

41

NATURAL PHILOSOPHY

FIRST TREATISE

MATTER AND MOTION.

TRANSLATED FROM CHAMBERS'S
MATTER AND MOTION

BY

MAHÁDEO GOVIND SHÁSTREE

ACTING CURATOR GOVERNMENT CENTRAL
BOOK DEPOT BOMBAY

(Registered under Act. XX of 1847.)

BOMBAY.

PRINTED AT GANPAT CRIBSNAGI'S PRESS.

1861.

Price, 11 Annas.



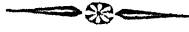
20/10/13

book This belongs
to

Jatikan
Karyen Thugan
No

Jatikan

पदार्थ विज्ञान शास्त्र.



पुस्तक पहिलें,

पदार्थ आणि चलन त्यांविषयी,

इंग्रिजी भाषेंत चेंबर्सकृत म्यातर आणि मोशन ह्या
नावाचें पुस्तक आहे त्यावरून

महादेव गोविंद शास्त्री

अक्तिंग क्युरेतर गव्हर्नमेंत सेंत्रल बुक दीपो मुंबई
ह्यांनी केलें

(हें पुस्तक इ० स० १८४७ चा आक्ट २० प्रमाणें
रजिस्टर केलें असे.)

मुंबईमध्ये

गणपत कृष्णाजी ह्यांचे छापखान्यांत छापिलें.

इ० स० १८६१.

शके १७८२.

किंमत ११ आणे.



29 01958

C

155A

63183

प्रस्तावना.

ह्या मृष्टीकडे लक्षपूर्वक अवलोकन करून पाहिले असतां असें दिसून येते कीं, प्राणिमात्राच्या उपजीविकेकरितां व सुखाकरितां ज्या पदार्थांची आवश्यकता आहे ते सर्व पदार्थ परमेश्वरानें ह्या मृष्टीरूप भांडारांत भरून ठेविले आहेत. ह्या भांडाराचा जसा जसा शोध लावावा तसा तसा ह्यांतील अमोलिक पदार्थांचा लाभ होऊन प्राणिमात्राच्या सुखाची वृद्धि होते, आणि परमेश्वराचें अगाध ज्ञान, विलक्षण कर्तृत्व-शक्ति आणि अपार दया हीं मनांत येऊन त्याचें आराधन करण्याविषयी मनुष्याच्या मनाची प्रवृत्ति होते.

ह्या मृष्टीतील कोणत्याही पदार्थाकडे पाहिले असतां तो नेहेमीं एकाच स्थितींत असत नाहीं, त्याच्या स्थितींत सर्वदां फेरफार होत असतो असें दृष्टोत्पत्तीस येते. कधीं कधीं पदार्थांची आकृति बदलते, कधीं कधीं रंग बदलतो आणि कधीं कधीं स्थलांतर होतें. अशा प्रकारची पदार्थांची भिन्न भिन्न स्थिति पाहून मनांत अशी शंका उत्पन्न होते कीं ही स्थिति पदार्थांस कोठून प्राप्त होते? ह्या शंकेचें समाधान पुढील उदाहरणावरून चांगलें होईल. एक धोंडा जमीनीवर आहे, तो मी आपल्या हातानें वर उचलून घेतला असतां त्याचें स्थलांतर होतें, ह्मणजे तो पहिलें स्थल सोडून दुसऱ्या-स्थलीं येतो आणि त्याच्या अंगीं चलन उत्पन्न होतें. आतां ही गोष्ट पुरती समजून येईल कीं, दगडाच्या अंगीं चलन उत्पन्न होऊन त्याचें स्थलांतर होण्यास

माझी इच्छा व कृति कारण होय, कांकी जर मी त्यास वर उचलून घेतलं नसतं तर त्याणें आपली मूळची स्थिति कधी सोडिली नसती. बरें आतां त्या दगडास जर मी हातांतून सोडून दिलें तर तो सोडलेल्या जागीं अंतः-
 राळीं नराहतां जमीनीवर येऊन पडतो. परंतु हें खालीं येऊन पडण्याचें कार्य घडण्यास माझी इच्छा कारण नाही, कांकी धोंडा हातांतून सोडतेवेळेस त्याणें खालीं येऊं नये ह्मणून किती जरी मी इच्छिलें तरी तो खालीं आल्यावांचून राहात नाही. ह्यावरून निराधार पदार्थ खालीं येऊन पडण्यास मनुष्याच्या इच्छेवांचून दुसरें कांहीं तरी कारण असावें असें सहज अनुमान होतें. ह्या सृष्टींत मनुष्याच्या इच्छेवांचून ज्या शक्तीच्या योगानें पदार्थपतनासारखीं नानाप्रकारचीं कार्ये घडून येतात त्या शक्तीस स्वाभाविकशक्ति अथवा वस्तुशक्ति असें ह्मणतात. पदार्थपतनासारखीं या सृष्टींत जीं लक्षावधि कार्ये घडतांना आपल्या दृष्टीस पडतात तीं पाहून आपणास असा भास होतो कीं, हीं लक्षावधि कार्ये घडण्याचीं कारणें हीं लक्षावधि असतील; परंतु विचारानें पाहिलें ह्मणजे असें अनुभवास येतें कीं, भगवंतानें ह्या सृष्टीची रचना अशी चमत्कारिक केली आहे कीं एका कारणावरून पुष्कळ प्रकारचीं अनेक कार्ये घडण्यांत यावीं. ह्या सृष्टीच्या विचारांत मुख्यत्वेकरून तीन गोष्टी येतात. पहिली-सृष्टीतील पदार्थ, -दुसरी-त्या पदार्थापासून घडणारीं कार्ये, आणि तिसरी-तीं कार्ये घडण्याचीं कारणें. ह्या सर्व गोष्टींचें विवरण ज्या शास्त्रांत

केलें असतें त्यास सृष्टिपरिज्ञानशास्त्र असें ह्मणतात.

सृष्टिपरिज्ञानशास्त्राचे पदार्थविज्ञानशास्त्र आणि रसायनशास्त्र असे दोन भाग आहेत. पदार्थांचा आकार, स्थिति आणि चलन ह्यांविषयी ज्या शास्त्रांत सांगितलें असतें त्या शास्त्रास पदार्थविज्ञानशास्त्र असें ह्मणतात; आणि पदार्थांच्या अंतर्गत स्वरूपाविषयी आणि त्यांच्या प्रकृत्यशांते एकामेकांवर व्यापार घडून जीं कार्ये होतात त्याविषयी ज्यांत सांगितलें असतें त्यास रसायनशास्त्र असें ह्मणतात. पदार्थ विज्ञानशास्त्राच्या अनुरोधानें जीं कार्ये घडतात तीं घडत असतां कार्यात्पादक ह्मणजे ज्यांपासून कार्ये उत्पन्न होतात त्या पदार्थांच्या मूल स्वरूपांत अथवा धर्मांत फेर पडत नाही, आणि रसायनशास्त्राच्या अनुरोधानें जीं कार्ये घडतात तीं घडत असतां कार्यात्पादक पदार्थांच्या मूलरूपांत फेर पडून त्यांचे धर्मही अगदीं बदलून जातात. उ०घांटे वाजविली असतां नाद उत्पन्न होतो, सूक्ष्मदर्शक कांचेंतून लहान पदार्थ मोठा दिसतो, एक धोंडा उचलून त्यास फेकून दिलें असतां त्याच्या अंगी गति प्राप्त होऊन त्याचें स्थलांतर होतें. हीं कार्ये घडत असतां घांटे, सूक्ष्मदर्शक कांच आणि धोंडा ह्या कार्यात्पादक पदार्थांच्या मूलस्वरूपांत व धर्मांत फेर पडत नाही. परंतु जर आपण लांकडाचा तुकडा जाळिला तर तो तुकडा नाहीसारखा होऊन त्यास दुसरेंच रूप प्राप्त होतें आणि त्याच्या मूळच्या धर्मापैकीं एकही धर्म रहात नाही. तांबें आणि जस्त ह्यांपासून पितळ

रू उत्पन्न होते; परंतु दाहू उत्पन्न करणाऱ्या पदार्थांच्या मूळच्या स्वरूपांत व धर्मांत अगदी फेरफार होऊन एक नवीनच पदार्थ बनतो. ह्यावरून जीं कार्ये घडत असतां कार्योत्पादक पदार्थांच्या मूल स्वरूपांत व धर्मांत फेर पडत नाही तीं कार्ये पदार्थविज्ञानशास्त्र—संबंधी आहेत असें समजावें; आणि जीं कार्ये घडत असतां कार्योत्पादक पदार्थांच्या मूलस्वरूपांत आणि धर्मांत अगदी फेर पडतो तीं कार्ये रसायनशास्त्रसंबंधी आहेत असें समजावें.

ह्या जगांत जे जे कलाकौशल्यादिकांचे व्यापार चालू आहेत ते ते मुख्यत्वेकरून पदार्थविज्ञानशास्त्र आणि रसायनशास्त्र ह्यांच्या आधारानें चालले आहेत, आणि मनुष्यास ह्या शास्त्रांचें परिज्ञान जितकें जितकें अधिक होत जातें तितकी तितकी कलाकौशल्यादिकांची सुधारणा होऊन त्यांच्या सुखाची वृद्धि होते जाते. ह्याकरितां मनुष्यमात्रास ह्या शास्त्रांची थोडी बहुत तरी माहिती करून घेणें आवश्यक आहे.

ह्या दोहों शास्त्रांपैकी पदार्थविज्ञानशास्त्राचें परिज्ञान झाल्यावांचून रसायनशास्त्रांत चांगला प्रवेश होत नाही, ह्याकरितां प्रथम पदार्थविज्ञानशास्त्राचें निरूपण केलें पाहिजे. पदार्थविज्ञानशास्त्राचेही पुष्कळ भाग आहेत त्यांपैकी प्रथम भागाचें मात्र ह्या पुस्तकांत निरूपण केलें आहे.

A

B

अनुक्रमणिका.

	पृष्ठ
पदार्थ —सामान्यविवरण,	१
पदार्थांचे सांसिद्धिकधर्म —	
निर्भेद्यता,	३
परिमेयता,	६
आकृति,	८
विभाज्यत्व,	८
जडत्व,	१३
आकर्षकत्व,	२०
रुनेहाकर्षण,	२२
गुरुत्वाकर्षण,	२५
केशकर्षण,	३८
रसायनाकर्षण,	४०
लोहचुंबकाकर्षण,	४५
विद्युदाकर्षण,	४७
पदार्थांतील अभिसारकशक्ति —उष्णता	
सामान्यविवरण,	४८
उष्णतेची प्रसारक शक्ति,	५१
उष्णतेनें पदार्थांचें रूपांतर,	५२
उष्णतेची बाहकता,	५३
उष्णतेचें किरणप्रसरण,	५५
उष्णतेची उत्पत्ति,	५७
उष्णतेची सर्वत्र व्यापकता,	५९
उष्णमान—उष्णमापक यंत्र,	६०
उष्णतेच्या अभिसारक शक्तींवा जोर—पाण्याचें कडणें,	६३
वाफ होण्याचा बिंदु—वाफ,	६७

	पृष्ठ
स्वाभाविक चाष्पभवन,	६९
धिजणें—धिजण्याचा बिंदु,	७०
शीतोष्णाची समानता,	७१
रुतीनें वर्ष करण्याची रीति,	७३
अनुद्भूत उष्णता,	७४
थंड होतांना पदार्थांचें वाढणें—मणिभवन,	७६
षाण्याच्या परम दाढ्यांचा बिंदु,	७७
धिजण्याचा परिणाम,	७९
उष्णतेच्यायोगानें पदार्थांचें आकुंचन,	८१
अभिकरण—अधि,	८१
पदार्थांचे औपाधिकधर्म—	८३
दाढ्य,	८४
बैरल्य,	९२
संकोचता,	९२
स्थितिस्थापकता,	९४
प्रसरणशीलता,	९४
काठिन्य,	९५
मंमशीलता,	९५
घनवर्धिष्णुता,	९६
तंतुभवनार्हता,	९६
प्रकुट्यता,	९७
गोषवारा,	९७
चलन आणि प्रेरणा—सामान्य विवरण,	९९
चलन नियम,	१०७
सरळ रेषेत समगति,	१०९
प्रेरणांचें एकीकरण व पृथक्करण,	११४
आघात आणि प्रत्याघात,	१२१
स्थितिस्थापक पदार्थांतील गति,	१२६

अनुक्रमणिका.

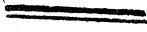
३

पृष्ठ

परावर्तनगति,	१२८
साधारणगति,	१३०

प्रदार्थपतन

बजन,	१३८
प्रक्षिप्तपदार्थाविषयी नियम,	१४६
शुरुत्वमध्य,	१५१
आंदोलक,	१६२
श्रुवोत्सारभ्रंशरणा आणि वर्तुलगति,	१७४
योषवारा,	१८३



पदार्थ आणि चलन.

पदार्थ.

सामान्य विवरण.

या सृष्टीत ज्या वस्तु इंद्रियगोचर आहेत त्या सर्वांस पदार्थ असें ह्मणतात; आणि ते पदार्थ ज्या द्रव्याचे घडलेले असतात त्या द्रव्यास प्रकृति असें ह्मणतात. उदाहरण—सुवर्ण प्रकृति, अलंकार पदार्थ; माती प्रकृति, आणि घटपदार्थ; इत्यादि.

ज्या पदार्थांस इंद्रिये, ह्मणजे जीव संबंधी कर्म करायास उपयोगी असे अवयव, असतात त्यांस सेंद्रियपदार्थ ह्मणतात; आणि ज्यांस तसले अवयव नसतात त्यांस निरिंद्रियपदार्थ ह्मणतात. वनस्पति, जीव, हे सेंद्रिय पदार्थ होत; आणि पाषाण, धातु, हे निरिंद्रिय पदार्थ होत.

आपली इंद्रिये आणि पदार्थ यांचा संबंध झाला असता जें कांहीं आपणास भान होतें त्यास शास्त्रांत प्रत्यक्ष असें ह्मणतात.

पदार्थांत जे गुण असल्यामुळे आपणास वेगळी वेगळी भाने होतात त्या गुणांस पदार्थांचे धर्म असें ह्मणतात.

(२)

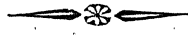
या सृष्टीत ज्या गोष्टी घडतांना आपल्या दृष्टीस पडतात त्या, किन्त्येक स्वाभाविक नियमांनी घडतात, असे अनुमान होते. ज्या कार्यास जी कारणसामग्री पाहिजे ती असली ह्मणजे ते कार्य घडण्यास कधी चुकत नाही हा जो नियम त्यासच स्वाभाविकनियम असे ह्मणतात.

निरीन्द्रिय पदार्थांचीं कार्ये व धर्म हीं ज्या स्वाभाविक नियमांस अनुसरून असतात त्या नियमांस कधीकधी सृष्टिनियम असें ही ह्मणतात; आणि या नियमांचें विवरण ज्या शास्त्रांत केले आहे त्यास सिद्धपदार्थविज्ञानशास्त्र असें ह्मणतात. या स्वाभाविक नियमांपैकीं किन्त्येक नियमांचा संबंध, पदार्थांच्या मूल स्वभावांत फेरफार होऊन जीं कार्ये घडतात त्यांच्याशींच विशेषेकरून असतो. अशा नियमांचें निरूपण करणारें एक वेगळेंच शास्त्र आहे; त्या शास्त्रास रसायनशास्त्र असें ह्मणतात.

पदार्थांच्या धर्मांपैकीं कितीएक धर्म असे आहेत कीं, ते सर्व पदार्थांत सदादित आढळतात; अशा धर्मांस सांसिद्धिकधर्म असें ह्मणतात; कारण ते पदार्थांसहवर्तमान उत्पन्न होतात. ते सांसिद्धिक धर्म येणेंप्रमाणें— निर्भेद्यता, परिमेयता, आकृति, विभाज्यत्व, जडत्व, आणि आकर्षकत्व.

(३)

पदार्थांच्या सांसिद्धिक धर्माविषयीं.



निर्भेद्यता.

ज्या धर्माच्या योगानें दोन पदार्थांस एकका-
लीं एकस्थलीं राहतां येत नाहीं त्या धर्मास निर्भेद्य-
ता असें ह्मणतात. ही गोष्ट सर्वास माहीत आहे कीं,
हरएक पदार्थास राहावयास कांहीं तरी जागा लाग-
त्ये, आणि तो जोपर्यंत त्या जाग्यांत असतो तोपर्यंत
त्या ठिकाणीं तो दुसऱ्या पदार्थाचा प्रवेश होऊं देत नाहीं.

पदार्थांमध्ये कित्तीएक पदार्थ पातळ आहेत,
कित्तीएक घट्ट आहेत, आणि कित्तीएक वायुरूप आ-
हेत; पण या सर्वांमध्ये ही हा निर्भेद्यतारूप धर्म
आहेच असें अनुभवास येतें. उ०— पाण्यानें तोंडो-
तोंड भरलेल्या पात्रांत जर आपण हात घालूं लागलों
तर, जसा जसा आपला हात आंत जाऊं लागतो तसें
तसें पाणीं बाहेर पडूं लागतें, कारण आपला हात आणि
पाणीं या दोहोंचा, निर्भेद्यतारूप धर्मांमुळे एक्या वेळीं
एक्याच ठिकाणीं समावेश होत नाहीं. याप्रमाणेंच
तें भरलेलें पात्र ज्या ठिकाणीं ठेवलेलें असतें त्या
ठिकाणावरून तें निघाल्याशिवाय तेथें दुसऱ्या प-
दार्थाचा प्रवेश होत नाहीं. तसेंच तें भरलेलें पात्र

आपल्या निर्भेद्यत्वरूप धर्मांमुळे, पाण्यास वर चढू दे-
त नाही. आता त्या पात्रांत जें यत्किंचित् पाणी च-
ढतां दृष्टीस पडतें तें, पाण्याच्या भारानें आंतील वायु
दाबला जाऊन जी थोडीशी जागा रिकामी होत्ये ती-
त चढल्यामुळे दृष्टीस पडतें. परंतु तें पात्र वांकडें
करून अथवा त्याच्या वरल्या अंगास छिद्र क-
रून त्यांतील वायूस बाहेर निघूं दिलें ह्मणजे लागलें-
च पाणी आंत शिरून वर चढतें.

कांहीं उदाहरणें अशी आहेत कीं, दोन प्रवाही पदार्थ
मिश्रित केले असतां त्या मिश्रणाचें माप त्या पदार्थां-
च्या मूळ मापांच्या अनुरोधानें जितकें व्हावें त्यापेक्षां
कमी भरतें. अशी गोष्ट रसायनसंयोगानें घडत्ये. ते दोन
प्रवाही पदार्थ मिश्रित केले असतां त्यांचे कण रसा-
यनाकर्षणाच्या योगानें जवळ जवळ ओढले जातात,
यामुळे ते प्रवाही पदार्थ प्रथम जितक्या जागेंत राह-
त असतात तिजपेक्षां मिश्रणानंतर कमी जागेंत राह-
तात. पाण्यानें तोंडोतोंड भरलेल्या पात्रांत जर थोडी-
शी साखर घातली तर पाणी बाहेर नपडतां साखर
त्यांत विरघळून जात्ये; याचें कारण असें आहे कीं,

A

B

रतो अथवा घुसतो, अशी जी बोलण्याची प्रवृत्ति आहे, तिचा अर्थ, तो त्यांत शिरून अथवा घुसून त्याची जागा त्यासहवर्तमान आपण एककालींच व्यापितो, असा समजायाचा नाही, तर त्यांतील प्रकृत्यंश एकीकडे सारून आपणास राहावयास नवी जागा करितो, असा समजावा. जर एक खिळा लांकडांत अथवा दुसऱ्या मृदु पदार्थांत ठोकिला तर तो त्याची आकृति न वाढवितां आंत शिरतो असे स्थलविशेषीं दिसून येते; परंतु वास्तविक पाहिलें असतां त्या पदार्थांत बारीक बारीक छिद्रे असतात ह्मणून तो खिळा आंत शिरतेवेळेस त्यांतील प्रकृत्यंश एकीकडे सारून त्यांची जागा आपण व्यापितो, आणि तेणेंकरून ते एकीकडे सारलेले प्रकृत्यंश आंतल्या आंत दबून पहिल्यापेक्षां अधिक संकोचानें राहतात; पण असे संकोचानें राहिलेले कण जीं कांहीं जागा व्यापितात ती जागा त्याचकालीं दुसऱ्या कणांस व्यापवत नाहीं. याप्रमाणेंच कोणतेंही उदाहरण घेतलें असतां जरीं दोन पदार्थ एककालीं एकस्थलीं राहतात असें सामान्यतः दिसून आलें तरीं विचार करून पाहिलें असतां असें समजून येईल कीं, एकाचे प्रकृत्यंश एकीकडे केल्या-



असें ह्मणतात. या घाटेस खालच्या बाजूस एक आ-
डवी फळी लावलेली असत्ये, तिजवर मनुष्य बसतो;
नंतर ती घाट समुद्रांत वांकडीतिकडी होऊं नदेतां
सोडितात. ती पाण्यांत बुडाली तरी तिच्या पोकळींत
जो वायु असतो तो आपल्या निर्भेद्यतारूप धर्माच्या
योगानें पाण्यास वर येऊं देत नाही, त्यामुळें मनुष्या-
चें तोंड पाण्यांत बुडून त्याचा जीव गुदमरत नाही,
आणि उदकांत त्यास हवा तसा व्यापार करावयास
सांपडतो. या घाटेचें समग्र वर्णन पुढें होईल.

परिमेयता.

ज्या धर्माच्या योगानें पदार्थ कांहीं जागा व्या-
पितो त्या धर्मास परिमेयता असें ह्मणतात. जे पदार्थ
इंद्रियगोचर आहेत त्यांस राहावयास कांहीं जागा
लागत्ये ही गोष्ट आपल्या प्रत्यक्ष अनुभवास येत्ये, प-
रंतु जे पदार्थ अतिसूक्ष्म आहेत त्यांविषयीं जरीं प्र-
त्यक्ष अनुभव घेतां येत नाहीं तरीं त्यांसही राहावयास
कांहीं जागा पाहिजे या गोष्टीचें अनुमानेंकरून ज्ञान हो-
तें. वर जो निर्भेद्यतारूप धर्म लिहिला आहे त्यांतच प-
रिमेयतेचा संग्रह होतो, कारण पदार्थाच्या अंगीं कां-

A

B

टला हणजे तो कांहींतरी जागा व्यापितो आणि व्यास कांहींतरी आकारपरिमाण असतें असा साहजिक तर्क होतो, कारण त्यावांचून पदार्थाची कल्पनाच करितां येत नाही. पदार्थाचे प्रकृत्यंश जितका अवकाश व्यापितात तितकें त्या पदार्थाचें आकारपरिमाण होय.

लांबी, रुंदी, आणि उंची अथवा जाडी अशी परिमेयतेचीं तीन परिमाणें आहेत. यांपैकीं केवळ एक किंवा दोन परिमाणें ज्यास असतात त्याचा पदार्थांत संग्रह होत नाही. उदाहरण—दोन पदार्थांच्या मधलें जें अंतर त्यास लांबीमात्र आहे, उंची आणि रुंदी हीं नाहीत; असेंच आपण उन्हांत उभे राहिलों असतां जी आपली सावली पडव्ये तीस लांबी आणि रुंदी यामात्र आहेत परंतु जाडी नाही; हणून अंतर व सावली यांची पदार्थांत गणना होत नाही. , पदार्थ हटले हणजे त्यांस लांबी, रुंदी, आणि उंची हीं तिन्ही परिमाणें असलीं पाहिजेत. उंची आणि खोली हीं वास्तविक पाहिलें असतां एकच आहेत, परंतु भेद इतकाच कीं वरून खालीं मोजलें हणजे खोली हणतात आणि खालून वर मोजलें हणजे उंची हणतात.



आकृति.

पदार्थाचा जो आकार अथवा घाट त्यास आकृति असें म्हणतात. ज्यास लांबी व रुंदी आहे त्यास कांहींतरी आकार असलाच पाहिजे, मग तो सुबक असो अथवा आवड धोबड असो, कारण पदार्थास लांबीरुंदी असून आकार नाही अशी कल्पना देखील करवत नाही.

पदार्थाची आकृति व त्यांचें आकारपरिमाण यांचा परस्परांशी संबंध नसतो. पदार्थ सरूपाकृति असून त्यांची आकारपरिमाणें भिन्नही असतात. आणि पदार्थांची आकारपरिमाणें सारखीं असून त्यांच्या आकृतिही भिन्न असतात; म्हणजे एक वाटोळा आणि एक चौकोनी असे दोन भिन्न आकृतीचे पदार्थ असून त्यांची आकारपरिमाणें सारखीं असतात.

विभाज्यत्व.

ज्या धर्माच्या योगानें पदार्थांचे हवे तितके विभाग करितां येतात त्या धर्मास विभाज्यत्व असें म्हणतात. कोणता एकादा पदार्थ घेऊन जर त्याचे आपण तुकडे करीत बसलों तर आपलीं इंद्रियें आणि फार नाजूक शस्त्रें यांचा जेथवर उपाय चालेल तेथवर करितां येतील. परंतु जेथें इंद्रियादिकांचा उपा-

सैं जर मनांत आणिलें तर त्या प्रत्येक भागाचे पुनः दोन व त्या प्रत्येकाचे पुनः दोन अशी परंपरा कधी संपायाची नाही. सांप्रत असें मानितात की विभागकरणास मर्यादा आहे, ह्मणजे अमुक मानाच्या कणापर्यंत पदार्थाचा विभाग करितां येतो पुढें येत नाही, आणि त्या शेवटील करणास परमाणु असें ह्मणतात. परंतु विचारपूर्वक पाहिलें असतां पहिल्या मताचें सयुक्तिक खंडन करितां येत नाही.

विभाज्यत्वाच्या योगानें पदार्थाचे मनुष्यास किती सूक्ष्म विभाग करितां येतात ही गोष्ट पुढील उदाहरणांवरून स्पष्टपणें ध्यानांत येईल. अच्छेरभर उंच्या लोंकरीचा १६००००० यार्ड लांबीचा तंतु हातानें काढितां येतो, आणि तितक्याच कापसाचें एक्या चमत्कारिक यंत्रानें २४८ मैल लांबीचें सूत काढितां येतें. या तंतूपेक्षां कोळ्याच्या जाळ्याचे तंतु फारच सूक्ष्म असतात; त्यांची जाडी एक्या इंचाच्या ३०००० व्या भागापेक्षां अधिक नसत्ये. मुलें खेळत असतां मोगली एरंडाच्या चिकाचे जे फुगे अथवा मोर्त्ये काढितात त्यांच्या पापुद्र्याची जाडी एक्या इंचाच्या २५००००० व्या भागापेक्षां अधिक नस-



त्ये. सोन्याचे वर्ख इतके तलम करितात कीं ते ती-
न किंवा चार हजार जेव्हां एकावर एक ठेवावे तेव्हां
त्यांची जाडी एक्या इंचाएवढी होत्ये. कलाबतू
करण्याकरितां जी तार काढितात ती आंतून रुप्याची
असून वरून जो तिला सोन्याचा लपेटा असतो त्याची
जाडी इंचाच्या सुमारें चार अथवा पांच दशलक्षा-
व्या भागाएवढी असत्ये. हीं जीं उदाहरणें लिहिलीं
यांपेक्षांही चमत्कारिक उदाहरणें जीवरूप सृष्टीकडे
पाहिलें असतां दृष्टोत्पत्तीस येतात.

या सृष्टीत कितीएक जीवजंतु इतके बारीक आ-
हेत कीं ते सूक्ष्मदर्शक यंत्राशिवाय दृष्टिगोचरच हो-
त नाहींत; आणि तसले लक्षावधि जीव जेव्हां एकेठि-
कार्णां करावे तेव्हां त्यांची अकृति एक्या रेतीच्या
कणाएवढी होत्ये, असले जीव इतके जरीं बारीक
आहेत तरीं ते सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून पाहिले असतां आ-
पल्याप्रमाणेंच त्यांस इंद्रियें आहेत असें दिसून येतें,
आणि आपल्या इंद्रियांनीं आपण जे जे व्यापार क-
रितों ते सर्व त्या इंद्रियांनीं ते जीव करीत आहेत अ-
सें दृष्टीस पडून अशी अतिरमणीय आणि अतिसू-
क्ष्म अवयवरचना करणासा जो परमेश्वर त्याचें अ-
तर्क्य कौशल्य आणि अद्भुत शक्ति यांच्या विचारांत
आपलें मन गढून जातें.

पदार्थांचे फार बारीक विभाग होण्याची लोक-

ऊन जाते. तसेंच तांब्याभर पाणी घेऊन त्यांत मूठभर साखर टाकिली असता ती विरघळून तिचे इतके सूक्ष्म विभाग होतात की ते दृष्टिगोचरही होत नाहीत. पाण्यांत मीठ घातलें असता त्याचाही परिणाम असाच होतो. अत्तराची कुपी खोलीमध्ये उघडली असता तींतील सुगंध तेलाचे परमाणु चोर्हीकडे उधळून त्याचा खोलीभर घमघमाट सुटतो. दुसरें असें एक चमत्कारिक उदाहरण आढळण्यांत आलें आहे कीं, एक्या मोठ्या खोर्लींत एक कस्तूरीचा कण ठेविला होता, त्याच्या योगानें त्या खोर्लींत वीस वर्षेपर्यंत कस्तूरीचा सुवास चालला होता तथापि त्याच्या वजनांत दृष्टोत्पत्तीस येण्यासारखा फेर पडला नाही. या सर्व उदाहरणांवरून पदार्थांचे कण किती सूक्ष्म होतात याचें स्पष्ट ज्ञान होतें.

पदार्थ कुजून अथवा जळून नाहीसे होतात तेणेंकरून असा भ्रम होतो कीं त्यांचे कण सृष्टीतूनच नाहीसे होतात. परंतु विचार करून पाहिलें असतां त्यांतील एकही कण नाशाप्रत पावत नाही, इतकेंच होतें कीं त्यांचें पहिलें स्वरूप पालटून दुसऱ्या प्रकारचें त्यांस रूप प्राप्त होतें, अथवा इतर पदार्थांशीं ते



संयुक्त होतात. लांकूड जाळलें असतां न्याचे कां-
 हीं अंश वाफेच्या व धुराचा स्वरूपानें उडून जातात
 व कांहींचे कोळसे पडतात, परंतु त्यांतील एक्याही
 कणाचा अगदीं लय होत नाहीं. या गोष्टीची प्रची-
 ती येण्यास असें करावें कीं एक लांकूड जाळण्यापूर्वीं
 तोलून तें किती वजन भरतें तें पाहावें, आणि जाळ-
 ते वेळेस धूर वाफ वगैरे जें कांहीं निघतें तें सर्व ए-
 क्या भांड्यांत कांहीं युक्तीनें धरावें, आणि तें, जळून
 जें कोळसे वगैरे कांहीं बाकी राहतें त्यासुद्धां, वजन
 करावें ह्मणजे पूर्वीच्या वजनाबराबर वजन उतरतें; प-
 रंतु इतकें मात्र होतें कीं जाळण्याच्या अगोदर जें त्या
 लांकडाचें स्वरूप असतें तें पालटून त्यास दुसरेंच स्व-
 रूप प्राप्त होतें. याप्रमाणेंच पारा, पाणी, व दुसरे
 पुष्कळ पदार्थ यांची उष्णतेनें वाफ करितां येत्ये, आ-
 णि ती वाफ बाहेर जाऊं नदेतां जर एक्या पात्रांत
 धरून पुनः थंड केली तर ती आपलें मूळचें स्वरूप धा-
 रण करित्ये; यावरून उष्णतेनें पदार्थाच्या कणांचा
 नाश होत नाहीं केवळ स्वरूपांतरमात्र होतें ही गो-
 ष्ट चांगली समजुतीस येत्ये.

मनुष्य व इतर जीव मरण पावले असतां त्यांस
 ज्या ठिकाणीं पुरतात त्या ठिकाणीं त्यांचीं शरीरें कुजून
 त्यांचें जमीनीस खत होतें, आणि तेणेंकरून जमीन अ-
 धिक फलद्रूप होऊन ती मनुष्यादिकांचे पोषणास कार-

आरंभानंतरून एकसारखा घडामोड चालला आहे, आणि विचारपूर्वक पाहिले असतां असे स्पष्ट सिद्ध होते कीं, सृष्टीच्या आरंभीं भगवंतानें जीं द्रव्यें निर्माण केलीं होतीं त्यांच्याच घडामोडीनें या जगाचा व्यापार चालला आहे, त्यांतील एकही कण उणा अथवा अधिक झाला नाहीं.

जडत्व.

पदार्थ हल्ला हलणजे तो स्थैर्यावस्था व चलनावस्था या दोहोंपैकी कोणत्यातरी एक्या अवस्थेंत असतो; ही अवस्था ज्या धर्माच्या योगानें त्यास आपोआप सोडितां येत नाहीं त्या धर्मास जडत्व असें हलणतात; हलणजे असें— पदार्थ जर स्थिर असला तर त्यास आपोआप चलन पावतां येत नाहीं आणि जर चलित हलणजे चलनविशिष्ट असला तर त्यास आपोआप स्थिरही होतां येत नाहीं.

ही गोष्ट सर्वांच्या पाहण्यांत आहे कीं, पृथ्वीवर ज्या मोठमोठेल्या धोंडी आहेत त्या आपली जागा सोडून आलीकडे पलीकडे कधीं चळत नाहींत, कारण त्यांच्या अंगीं स्वतः गमन करण्याची शक्ति नाहीं हलणून कोणीं



चालक ह्मणजे हालविणारा असल्यावांचून त्यांस हालतां येत नाहीं. याप्रमाणेंच जड पदार्थांच्या अंगी एकदां चलन उत्पन्न झालें ह्मणजे त्यांस कोणी थांबविणारा असल्यावांचून आपोआप स्थिरही होतां येत नाहीं; कारण ते सजीव नसल्याकारणानें त्यांस स्थिर असतां जसें आपोआप चलन पावतां येत नाहीं तसेंच त्यांस एकदां चलन प्राप्त झालें ह्मणजे आपोआप स्थिरही होतां येत नाहीं.

पदार्थ ज्या अवस्थेंत असतो त्याच अवस्थेंत सतत राहण्याविषयींचा जो त्याचा कल तो पुढील उदाहरणांवरून चांगला समजेल. समुद्रांतून तारूं प्रथम चालू करतेवेळेस त्यास जागचें हालवायास फार बळ लागतें, कारण त्याच्या अंगी जें जडत्व असतें त्याचा त्यास प्रतिबंध होतो; परंतु एकदां तो प्रतिबंध दूर केला ह्मणजे मग तारवास चालविण्यास तादृश अडचण पडत नाहीं. याप्रमाणेंच गाडी, बगी, अथवा अशा प्रकारचें दुसरें एकादें वाहन प्रथम चालू करतेवेळेस फार जोर लागतो, परंतु तें एकदां चालू झालें ह्मणजे मग तितका जोर लागत नाहीं. अशाप्रकारेंच धांवत्या गाडीस थांबवायाचें झाल्यास त्यासही मोठा आयास पडतो, कारण तिच्या अंगी जो वेग आलेला असतो तो एकाएकी बंद करितां येत नाहीं. कोणी मनुष्य गाडींत उभा असून जर एकाएकी गाडी चालू झाली

काएकीं थांबली आणि तींत वर लिहिल्याप्रमाणें
 मनुष्य उभा असला तर त्या गाडीचा पुढें जाण्याचा
 जो वेग तोच त्याच्या शरीरांत आलेला असतो त्या-
 मुळें त्याचा झोंक पुढें जातो. या गोष्टीचा प्रत्यय
 आगगाडींत चांगला येतो. ती गाडी चालू होण्याबरो-
 बर तींतील बसणारांस मागल्याकडे धक्का बसतो आ-
 णि थांबण्याबरोबर पुढल्याकडे धक्का बसतो. घोडा
 भरधांव चालत असून तो जर एकाएकीं थांबला तर
 बसणारा घोड्याच्या मानेवर येतो, आणि घोडा उभा
 असून जर एकाएकीं चालू झाला तर बसणाराचा
 झोंक पाठीमागें जातो. गाडी भरधांव चालत असतां
 जर तींतील मनुष्यानें तिच्या पाठीमागच्या अंगून गैर-
 सावधपणानें उडी टाकिली तर तो जमीनीवर सपशेल
 उताणा पडतो, आणि जर बाजूकडच्या अंगानें उडी
 टाकिली तर बाजूवर पडतो; कारण ज्या वेळेस तो उ-
 डी टाकूं लागतो त्या वेळेस गाडीचा वेग त्याच्या अंगीं
 आलेला असतो त्यामुळें त्याचे पाय जमीनीस लागले
 ह्मणजे त्यांचामात्र वेग कुंठित होतो, परंतु पायांपा-
 सून वरील जो शरीराचा भाग त्यांतील वेग जशाचा



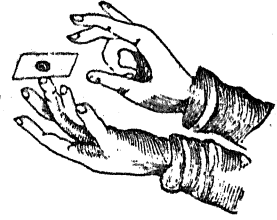
(१६)

तसाच राहतो याकरितां शरीर उभें नराहतां जमीनी-
वर आडवें पडतें.

एक गंजिफेचें पान आपल्या हाताच्या एक्या बो-
टाच्या शेवटावर समतोल राही असें ठेवून त्यावर एक
पैसा ठेवावा, आणि नंतर

आकृति १

ती गंजीफ जरीं टिचकीनें
खटदिशीं उडविली तरीं
तो पैसा तिच्या बराबर उ-
डून नजातां बोटावरच रा-
हतो, कारण त्या पैशाच्या
अंगीं जें जडत्व असतें त्या-
च्या शक्तीपेक्षां त्याच्या

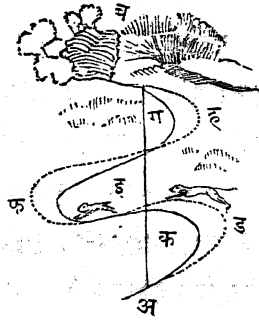


खालच्या गंजिफेच्या घर्षणाची शक्ति कमी पडत्ये.
(पहिली आकृति पाहा.)

जेव्हां रानामध्यें पारधी लोक कुत्र्यांस सशां-
च्या पाठीमागें लावतात त्यावेळेस ते ससे वर लि-
हिलेल्या जडत्वरूप धर्माच्यायोगानें आपला बचाव
करितात. तो प्रकार असा, जेव्हां कुत्रा सशाच्या
पाठीस लागतो तेव्हां तो ससा एकसारखा समोर न-
पळतां नागमोडीसारखा वांकडातिकडा पळूं लागतो,
ह्मणजे प्रथम तो ज्या दिशेकडे पळत असतो ती दिशा
सोडून चटकन दुसरीकडे वळतो आणि तसा वळला
ह्मणजे मग कुत्राही लागलाच तिकडे जाण्यास पाहतो;

परंतु न्याच्या अंगी पुढें जा-
 प्याचा जो झोंक आलेला
 असतो तो एकाएकी न्या-
 च्याने बंद करवत नाही,
 न्यामुळे, तो तसाच काहीं
 पुढें जाऊन मग सशाकडेस
 वळतो, इतक्यांत ससा ब-
 राच दूर निघून जातो. अ-
 शा युक्तीने तो ससा जरीं
 कमी चपळ आहे तरीं ब-

आकृति २



हुधा आपला बचाव करितो. (दुसरी आकृति पाहा.)
 या आकृतीवरून असें दिसून येईल कीं ब या आडो-
 शाच्या जागेंत ससा अकड्ग या रेषेनें निघून
 जातो आणि कुत्र्यास अडफह या रेषेनें जावें
 लागतें. याप्रमाणेंच मुलें ज्या वेळेस छापापाणीं खे-
 लतात त्या वेळेस जो मुलगा चोर ठरतो त्याच्या हा-
 तावर टाळी देऊन दुसरा मुलगा जेव्हां पुढें पळू ला-
 गतो तेव्हां चोराच्या हातीं नसांपडावें लपून तो
 पळतां पळतां मध्येंच वळतो आणि दुसरीकडे पळू
 लागतो आणि चोर पुनः त्याच्या पाठीमागे आलासा
 झाला लपणजे मग तो पुनः वळतो, अशा रीतीनें तो त्या
 चोराच्या हातीं सांपडत नाही. या सर्व उदाहरणां-
 वरून पदार्थ स्थैर्य आणि चलन या अवस्थांपैकी ज्या

अवस्थेत असतो ती त्याची अवस्था बंदलायास फार आयास लागतो असे स्पष्ट समजून येते.

पदार्थ स्थिर असतां न्यास कोणी हालविणारा असल्यावांचून तो आपोआप चलन पावत नाहीं ह्मणून जी गोष्ट वर लिहिली आहे ती मनांत भरण्यास कठीण पडत नाहीं, कारण दौत, चौरंग, पेटी, इत्यादि पदार्थ ज्या ठिकाणी ठेवलेले असतात त्या ठिकाणांवरून कोणी हालविल्याशिवाय आपोआप दुसऱ्या ठिकाणी जात नाहीत याचा आपल्यास नेहेर्मा अनुभव येतो. परंतु पदार्थांच्या अंगां एकदां चलन उत्पन्न झाल्यावर न्यास कोणी थांबविणारा नसल्यास तो एकसारखा सदोदित फिरता राहतो, न्यास आपोआप स्थिर होतां येत नाहीं, अशी जी दुसरी एक गोष्ट वर सांगितली आहे तीमात्र लवकर मनांत भरत नाहीं, कारण पृथ्वीवरील पदार्थ सदोदित एकसारखे फिरते असण्याची उदाहरणे कधीं पाहाण्यांत येत नाहीत. असें जरीं आहे तरीं पुढें जें उदाहरण लिहिलें आहे त्यावरून वर लिहिलेल्या गोष्टीचा खरेपणा मनांत येईल. एक शिशाचा गोळा घेऊन तो जर आबड-धोबड जमीनीवरून लोटला तर त्याच्या गतीस जमीनीच्या घर्षणाचा प्रतिबंध होऊन तो फार दूर नजातां लवकर थांबतो, परंतु तोच गोळा सपाट व गुळगुळीत जमीनीवरून तितक्याच जोरानें लोटला

असतां न्यास घर्षणाचा पहिल्याइतका प्रतिबंध होत नाही या कारणाने तो बराच लांब जातो. यावरून, तो गोठलेल्या पाण्यावरून हलणजे बर्फावरून लोटला असतां न्यास घर्षणाचा प्रतिबंध अतिशय कमी होऊन तो फारच लांब जाईल आणि पुष्कळ वेळपर्यंत थांबणारही नाही, असें सहज समजुतीस येईल. आतां बर्फाच्या घर्षणाचाही अवरोध होऊं नये हलणून त्या गोळ्यास नुसत्या हवेंतूनच जर फेंकलें तर बर्फ व हवा या दोहोंपासून जो प्रतिबंध व्हावयाचा तो नहोतां केवळ हवेचामात्र प्रतिबंध होऊन तो न्याहूनही अधिक दूर जाईल. परंतु पुष्कळ जरीं दूर गेला तरीं पृथ्वीच्या आकर्षणामुळे शेवटीं न्यास जमीनीवर येऊन स्थिर होणें प्राप्त आहे. या उदाहरणावरून इतकें स्पष्ट सिद्ध झालें कीं, त्या गोळ्याच्या गमनास घर्षण, हवा, इत्यादिकांचा जो प्रतिबंध होतो तो सर्व दूर करितां आल्यास तो गोळा स्थिर नहोतां सदोदित एकसारखा चालता राहिल.

वाताकर्षक हलणून एक यंत्र आहे न्याच्या योगानें एका पात्रांतील वायु काढून टाकून त्यांत जर कांहीं युक्तीनें बारीक व कठीण आरीचा भोंवरा फिरविला तर तेथें वायूचा प्रतिबंध नसल्यामुळे तो पुष्कळ वेळ फिरता राहतो. याप्रमाणेंच निर्वात स्थलामध्ये एक आंदोलक फिरता ठेविला तर तोही बहुत

कालपर्यंत फिरता राहतो, कारण न्यास ज्या ठिकाणी लोंबत ठेवावा त्या ठिकाणच्या अल्पस्वल्प घर्षणावांचून त्याच्या सततगतीस दुसऱ्या कशाचाही प्रतिबंध होत नाही.

या सर्व वरील उदाहरणांवरून असें समजेल की, पदार्थाच्या अंगी एकदां चलन उत्पन्न झालें ह्मणजे न्यास स्थिर करण्यास घर्षण, वायु आणि आकर्षण हीं कारणें होत; आणि पदार्थ स्थिर असतां न्यास जसें आपोआप चलन पावतां येत नाहीं त्याप्रमाणेंच न्यास एकदां चलन प्राप्त झालें ह्मणजे आपोआप स्थिरही होतां येत नाहीं.

आकर्षकत्व.

या सृष्टीत असा एक चमत्कारिक नियम अढळतो की, प्रत्येक परमाणु दुसऱ्या परमाणूस आपल्याकडे ओढेत असतो आणि आपणही त्यांजकडून ओढला जात असतो. हा नियम बहुतेक सृष्टिनियमांस आधारभूत आहे; याचा शोध सर ऐझाक न्यूटन ह्मणून जो महाविद्वान् होऊन गेला त्याणें लाविला. तो एके दिवशीं आपल्या बागेंत बसला असतां झाडावरून फळ पडतां त्याच्या दृष्टीस पडलें, तेव्हां तें फळ खालीं कोणत्या कारणानें पडलें असावें

या गोष्ठीचा विचार करितां करितां शेवटीं हा नियम त्याच्या ध्यानांत आला. आपला अनुभव आणि लक्षपूर्वक अवलोकन यांवरून असें समजतें कीं हर-एक पदार्थाच्या कणांमध्ये परस्परांस आकर्षून घेण्याचा व्यापार चालला आहे, आणि हा व्यापार जरी प्रत्यक्ष दृष्टिगोचर होत नाही तरी त्यापासून जीं कार्यें होतात त्यांवरून याचें साहजिक अनुमान होतें. परमाणु एकत्र जमून त्यांचे पदार्थ बनणें व त्यांतून कितीएकांस गोलरूप आकृति प्राप्त होणें यास आकर्षण शक्तिच कारण होय, आणि हिच्याच योगानें निराधार पदार्थ भूमीवर पडून तिजवर स्थिर होतात. या आकर्षणशक्तीचा व्यापार केवळ पृथ्वीवरील पदार्थांवरच घडतो असें नाही तर आकाशामध्ये ग्रह व उपग्रह आपआपल्या कक्षांत हलणजे भ्रमणमार्गांत फिरतांना जे आपल्या दृष्टीस पडतात त्यासही ही शक्तिच एक मुख्य कारण होय. तात्पर्य ही शक्ति सर्व ब्रह्मांडांस व्यापून राहिली आहे. आकर्षण शक्तीविषयी हिंदू लोकांच्या शास्त्रांतही पुष्कळ लेख अढळतात.

आकर्षकत्वाचे प्रकार पुष्कळ आहेत आणि त्याचा व्यापार ज्या प्रकारांनीं घडतो त्यांच्या अनुरोधानें त्यास नावेंही वेगवेगळालीं पडलीं आहेत. पदार्थांचे

प्रकृत्यंश अतिसन्निहित असतां ज्या शक्तीच्या योगा-
 नें ते परस्परांस चिकटून राहतात त्या शक्तीस स्नेहा-
 कर्षकत्व असें ह्मणतात; आणि ते प्रकृत्यंश अथवा
 त्यांपासून बनलेले पदार्थ सन्निहित नसतांही ज्या श-
 क्तीच्या योगानें ते एकमेकांस ओढितात त्या शक्तीस
 गुरुत्वाकर्षकत्व असें ह्मणतात. फार बारीक न-
 व्ळ्यांतून ज्या शक्तीच्या योगानें प्रवाही द्रव्यें वर चढ-
 तात त्या शक्तीस केशाकर्षकत्व असें ह्मणतात. भि-
 न्न जातीच्या पदार्थांचे कणांचा संयोग झाला असतां
 त्यांपासून ज्या शक्तीच्या योगानें मूळच्या कणापेक्षां
 वेगळ्याच जातीचे कण उत्पन्न होतात त्या शक्तीस
 रसायनाकर्षकत्व असें ह्मणतात. लोहचुंबकाच्या
 धोंकांचा रोंख नेहेमीं ज्या शक्तीच्या योगानें धुवांकडे
 असतो त्या शक्तीस चुंबकाकर्षकत्व असें ह्मणता-
 त. कितीएक पदार्थांमध्ये घर्षणादिकांच्या योगानें
 जी कांहींएक आकर्षण करणारी शक्ति जागृत होव्हे
 त्या शक्तीस विद्युदाकर्षकत्व असें ह्मणतात.

स्नेहाकर्षण.

या आकर्षणाचा व्यापार परमाणु जेव्हां अतिस-
 न्निहित ह्मणजे एकमेकांस अगदीं लागल्यासारखे दि-
 सतात तेव्हां चालू होतो आणि येणेंकरूनच पदार्थांचे
 अतिसूक्ष्म कण एकत्र जमून त्यांचे पिंड बनतात. हें

(२३)

आकर्षण कितीएक पदार्थांमध्ये अन्य पदार्थांपेक्षां बल-
वत्तर असते, त्यांत धातूंमध्येतर याची शक्ति सर्वांपेक्षां
विशेष असत्ये. याचा सामान्य नियम असा आहे
कीं, अप्रवाही पदार्थांत स्नेहाकर्षणाची शक्ति पराकाष्ठे-
ची असत्ये, प्रवाही पदार्थांत त्यांपेक्षां कमी आणि
वायुरूप पदार्थांत फारच कमी, किंबहुना नसत्ये ह्म-
टलें तरीं चिंता नाहीं.

एक लोखंडी तार घेऊन तिच्या शेवटास जरीं
एक मोठें वजन अडकविलें तरीं तिचे कण एकमेकां-
पासून दूर होऊन ती तार तुटत नाहीं, परंतु उदका-
चे कण वेगळे करायाचे झाल्यास लवकर करितां ये-
तात, आणि वायूच्या कणांस वेगळे करायासतर कां-
हींच आयास लागत नाहीं. यावरून त्या तिहीं प्र-
कारच्या पदार्थांत स्नेहाकर्षणशक्तीचें मान अगदीं
वेगळें वेगळें आहे असें सिद्ध होतें.

जेव्हां पदार्थाचे कण प्रवाही अवस्थेंत असून अं-
तरालांत जवळ जवळ तरंगत असतात, आणि त्यांवर
दुसऱ्या एकाद्या पदार्थाचें तादृश आकर्षण घडत नसतें
तेव्हां त्या कणांमध्ये स्नेहाकर्षणाचा व्यापार चालू
होऊन ते एक्या मध्याभोंवतीं जमतात आणि तेणें-
करून त्यांचा गोलाकार पिंड बनतो. गारा, पावसा-
चे थेंब, डोळ्यांतील अश्रु, इत्यादिकांस वरील निय-
मानेंच गोलरूप आकृति प्राप्त होत्ये. झाडांचीं पानें

ते ह्यणून न्यांस गोलरूपता प्राप्त होत्ये. अळवाच्या
 अथवा कमळाच्या पानावर पाण्याचे थेंब पडले अस-
 तां न्यांस जी मोठ्यासारखी गोलरूप आकृति प्राप्त हो-
 त्ये त्यास व पारा सांडला असतां ज्या न्याच्या गोळ्या
 बनतात त्यास ही स्नेहाकर्षणशक्तिच कारण होय.
 याचें आणखी एक उदाहरण शिशाचे छरे ज्या ठिका-
 णीं होतात त्या ठिकाणीं दृष्टीस पडतें. प्रथम शिशा-
 चा रस करितात आणि तो जमीनीपासून सुमारें दीडशें
 हात उंचीवर एक चाळण धरून तींत ओतिताना, आ-
 णि तो चाळणीतून सुटल्याबरोबर न्याच्या प्रत्येक धा-
 रेच्या, स्नेहाकर्षणाच्या योगानें बारीक बारीक गोळ्या
 बनतात आणि त्या जमीनीवर पोचण्याच्या अगोदरच
 थंड होऊन घट्ट होतात. या सर्व उदाहरणांत वाटोळा
 आकार प्राप्त होण्याचें कारण हेंच दिसतें कीं, प्रवाही
 अवस्थेंत त्या प्रत्येक पदार्थाचे परमाणु परस्परांच्या
 आकर्षणामुळे एक्या मध्याभोंवतीं ओढले जाऊन न्यां-
 स तशी स्थिति प्राप्त होत्ये. आकाशांत जे गोलरूप सू-
 र्य, चंद्र व आणखी दुसरे ग्रह व उपग्रह आपल्या दृ-
 ष्टीस पडतात ते उत्पत्तिकालीं प्रवाही अवस्थेंत असून
 त्यांचे कर्षण स्नेहाकर्षणाच्या योगानें एक्या मध्याभों-

(२५)

वर्ती जमून त्यांस गोलरूप आकृति प्राप्त झाली असा-
वी असा विद्वान् लोक तर्क करितात.

गुरुत्वाकर्षण.

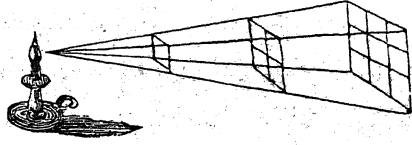
स्नेहाकर्षणाच्या योगानें प्रकृत्यंश एकमेकांस अ-
गदीं चिकटून राहून जसे त्यांचे पिंड बनतात तसेच
गुरुत्वाकर्षणाच्या योगानें तसले पिंड एकमेकांकडे ओ-
ढले जाऊन त्यांचे अधिक मोठे पिंड बनतात. गुरु-
त्वाकर्षण आणि स्नेहाकर्षण या दोहोंमध्ये भेद इतका-
च कीं, स्नेहाकर्षणाचा व्यापार, प्रकृत्यंश अतिसन्निहि-
त असतांच, घडतो आणि गुरुत्वाकर्षणाचा व्यापार, प-
दार्थ कितीही अंतरावर असले तरी, घडतो. परंतु प-
दार्थ जसे जसे एकमेकांजवळ येतात तशी तशी गुरुत्वा-
कर्षणाची शक्ति वाढत जात्ये, आणि ते जसे जसे ए-
कमेकांपासून दूर दूर होत जातात तशी तशी आकर्षण-
शक्ति कमी कमी होत जात्ये. असा न्यूनाधिकभा-
व ज्या मानानें होत जातो त्याविषयीं शास्त्रीयरीतीनें
असें बोलतात कीं, आकर्षण दोन पदार्थांच्या अंतरा-
च्या वर्गाशीं व्यस्त प्रमाणानें घडते; म्हणजे अंतराच्या
वर्गाचें मान जर दुप्पट वाढलें तर आकर्षण दुप्पट क-
मी, चौपट वाढलें तर चौपट कमी. याप्रमाणेंच वर्गाचें
मान जर दुप्पट कमी झालें तर आकर्षण दुप्पट अधि-
क होतें आणि चौपट कमी झाल्यास चौपट अधिक

२ याचा वर्ग ४, आणि दुसरे अंतर ४ याचा वर्ग १६, हा चोहोंचा वर्ग दोहोंच्या वर्गाच्या चौपट आहे, याकरिता आकर्षण दुप्पट अंतरावर चौथा हिस्सा झाले. याप्रमाणेच ६ हातांच्या अंतरावर जर तीन शेर आकर्षण कल्पिले तर दोहों हातांच्या अंतरावर नऊपट हणजे २७ शेर होईल; कारण पहिले अंतर ६ याचा वर्ग ३६ हा, दुसरे अंतर २ याचा वर्ग ४ याच्या नऊपटविराबर आहे.

उष्णता आणि प्रकाश यांची शक्तिही गुरुत्वाकर्षणाच्या मानाप्रमाणेच न्यूनाधिक होव्ये. ही गोष्ट सर्वास ठाऊक आहे की, अग्नीच्या जवळ जसेजसे जावे तशीतशी त्याची धग अधिकाधिक लागव्ये; आणि जसे जसे त्यापासून दूर दूर व्हावे तशी तशी ती कमी कमी लागव्ये. याप्रमाणेच दिवा जितका जवळ तितका त्याचा प्रकाश अधिक पडतो आणि जितका दूर तितका कमी पडतो. आतां हा न्यूनाधिकभाव अंतराच्या वर्गाशी व्यस्त प्रमाणाने घडतो ही गोष्ट पुढील उदाहरणावरून चांगली लक्षांत येईल. एक दिवा लावून त्यापासून तीन हातांच्या अंतरावर एक हात औरसचौरस फळा ठेवून त्याच्या पली-

कडे तीन हातांवर दोन हात औरसचौरस दुसरा-
 एक फळा ठेवावा, आणि त्याच्या पलीकडे तीन हा-
 तांवर तीन हात औरसचौरस तिसरा एक फळा ठे-
 वावा. आतां असें दिसून येईल कीं, पहिल्या फळ्या-
 च्या क्षेत्रापेक्षां दु-
 सऱ्याचें क्षेत्र चौ-
 पट आहे आणि
 तिसऱ्याचें नऊपट

आकृति ३



आहे, व पहिला एक हात औरसचौरस फळा आड
 असल्यामुळें दुसरा व तिसरा यांवर अगदीं प्रकाश पडत
 नाहीं. आतां पहिला एक हात औरसचौरस फळा ज-
 र आपण काढून घेतला तर त्यावरील सर्व प्रकाश
 दोन हात औरसचौरस फळ्यावर पडून तो पहिल्या-
 पेक्षां चौपट क्षेत्रावर पसरेल आणि त्याचें तेज चौपट
 कमी होईल. याप्रमाणेंच दुसरा दोन हात औरस-
 चौरस फळा काढून घेतला असतां त्यावरील सर्व प्र-
 काश तीन हात औरसचौरस फळ्यावर पडून तो न-
 ऊपट क्षेत्रावर पसरेल आणि अर्थातच त्याचें तेज
 नऊपट कमी होईल. (वरील आकृति पाहा.)

अंतर जसें जसें वाढत जातें तसें तसें आकर्षण कमी
 कमी होत जातें ही गोष्ट उदाहरणरूपानें पुढील को-
 ष्टकांत लिहिली आहे. या कोष्टकाच्या वरल्या ओ-
 ळीस चढल्या अंकांनीं अंतरें दाखविलीं आहेत, आ-

णि खालच्या ओळींत त्या अंतरांच्या वर्गांच्या व्य-
स्त प्रमाणानें आकर्षण कसें कसें कमी होत जाते तें
दर्शाविलें आहे.

अंतरें	१	२	३	४	५	६	७	८	याप्रमाणें पुढेंही
आकर्षण	१	$\frac{१}{४}$	$\frac{१}{९}$	$\frac{१}{१६}$	$\frac{१}{२५}$	$\frac{१}{३६}$	$\frac{१}{४९}$	$\frac{१}{६४}$	याप्रमाणें पुढेंही

या कोष्टकावरून असें दिसून येतें कीं, १ ह्या
अंतरावर जितकें आकर्षण असतें त्याच्या ६४ व्या
भागा इतकें ८ ह्या अंतरावर होतें.

पदार्थांच्या अंतरांच्या अनुरोधानें आकर्षणश-
क्ति जशी न्यूनाधिक होत्ये तशी त्यांतील प्रकृत्यंशां-
च्या अनुरोधानेंही होत्ये, लक्षणजे पदार्थांत प्रकृत्यंश
जर अधिक असले तर आकर्षणशक्ति अधिक आणि
कमी असले तर कमी. याकरितां आकर्षणाचा व्या-
पार केवळ पदार्थांच्या पृष्ठभागापासूनच घडतो असें
नाहीं तर त्यांत जितके प्रकृत्यंश असतात तितक्या
सर्वांपासून घडतो.

किती एक पदार्थांचें आकारपरिमाण सारखें
असतें परंतु त्यांतील प्रकृत्यंशांचें मान सारखें नसतें.
उदाहरण— एक लोखंडाचा गोळा आणि दुसरा तेव-
ढ्याच आकाराचा कापसाचा गोळा घेऊन त्यांतील
प्रकृत्यंशांचीं मानें पाहूं लागलें असतां पहिल्या गो-
ळ्यांतील प्रकृत्यंश दुसऱ्या गोळ्यांतील प्रकृत्यंशापेक्षां
फारच अधिक भरतात. याकरितां लोखंडी गोळ्यां-

च्या पृष्ठावर असतां त्यावर जितकें त्याचें आकर्षण
 बढायार्चें त्यापेक्षां तितक्या अंतरावर त्याचें आकर्षण
 वरील गुणाकाराच्या इतकेपट कमी होईल असें
 जाणावें. उदाहरण—चंद्र पृथ्वीपासून सुमारे एक-
 लक्ष वीसहजार (१२००००) कोस अथवा पृ-
 थ्वीगोलाच्या ६० त्रिज्या इतक्या अंतरावर आहे.
 आतां ६० आणि ६० यांचा गुणाकार ३६०० हो-
 तो, याकरितां चंद्रावर पृथ्वीचें आकर्षण तो तिच्या
 पृष्ठभागावर असतां जितकें घडलें असतें त्याचा $\frac{1}{३६००}$
 वा भाग घडतें.

जर पृथ्वी केवळ गोलरूपच असती तर तिचें
 आकर्षण तिच्या पृष्ठभागाच्या सपाटीवर जीं स्थलें
 आहेत त्यासर्वांवर एकसारखें घडलें असतें, परंतु ती
 ध्रुवांकडे जरा चपटी आहे ह्मणून विषुववृत्तावरील
 पृष्ठभागापेक्षां ध्रुवाजवळचा तिचा पृष्ठभाग तिच्या म-
 ध्यापासून सुमारे तेरा मैल जवळ आहे, याकरितां ध्रु-
 वाजवळ आकर्षण अधिक घडतें, आणि ध्रुवापासून ज-
 सें जसें विषुववृत्ताकडे यावें तसें तसें आकर्षण कमी
 कमी होत जातें. याच कारणावरून इंग्लंडांत जाचें
 एक शेर वजन भरतें असा एक लोखंडी गोळा गि-
 नीच्या काँगवर तोलला असतां तो एका शेरापेक्षां
 कमी आणि ग्रोनलंडांत तोलला असतां एका शेरापे-
 क्षां अधिक भरतो, यावरून पाहतां पदार्थाच्या अंगां

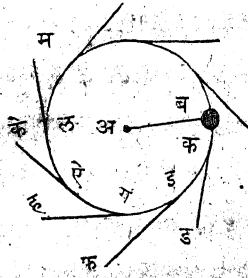
जें वजन उत्पन्न होते तें आकर्षणशक्तीच्या योगानें होतें असा सिद्धांत होतो. विषुववृत्ताकडे जाण्यानें जसें वजन कमी होते तसेंच उंच डोंगरावर गेलें असतांही कमी होते; कारण पृथ्वीच्या मध्यापासून विशेष दूर गेल्यामुळे आकर्षण शक्तीचें मान कमी होऊन वजन कमी भरते. चार मैल उंचीच्या डोंगरावर चार हजार शेर वजनाचा गोळा सुमारे दोन शेर कमी भरतो. उंच गेलें असतां वजन कमी भरतें ही गोष्ट साधारण तराजूनें समजत नाही, कारण ज्या वजनांशीं ताडून पाहावयाचें तीं वजनेंही उंच गेल्यामुळे कमी भरतात. याकरितां उंचीवरील वजन मोजायाचें काम कमानीच्या तराजूनें करितात. या तराजूचें वर्णन पुढें होईल.

पदार्थाचें वजन अथवा भार यास शास्त्रीय भाषेनें गुरुत्व असें म्हणतात. पदार्थ निराधार असतां ते खालीं कां पडतात व त्यांच्या पडण्याचा नियम कसा आहे या सुरस विषयाचा विचार पुढें करायाचा आहे त्यावेळेसच गुरुत्वाचा विचार होईल.

ग्रह, उपग्रह, व इतर तारे, आकाशांत वर्तुलाकार गतीनें फिरतां, जे आपल्या दृष्टीस पडतात, त्यास आकर्षणच कारण होय, असें जें वर लिहिलें आहे त्याचें आतां संक्षेपेंकरून वर्णन करितों. असा एक नियम आहे कीं, जो पदार्थ वर्तुल गतीनें फिर-

रतो न्यावर नेहेमी दोन प्रेरणा घडत असतात. ही गोष्ट चवथ्या आकृतीवरून चांगली ध्यानांत येईल.

आकृति ४



या आकृतीत एवढ्या टोंकास व गोळा बांधलेली अशी एक दोरी अ या मध्यास अडकविलेली आहे. आतां त्या व गोळ्यास धक्का देऊन फिरता केला ह्मणजे ध-

क्का व दोरीचा अटकाव या दोहों प्रेरणांचा व्यापार न्यावर चालू होऊन तो अ मध्याभोंवतीं वर्तुल गतीने फिरतो. परंतु तो वर्तुल गतीत फिरत असतांही त्याच्या अंगां सरळ रेषेने पुढे जाण्याचा झोंक असतोच, यामुळे जर त्यावरील दोरीच्या अटकावाची प्रेरणा नाहींशी झाली, ह्मणजे जर तो क स्थळीं दोरीतून निसटला तर कड रेषेत जातो, जर इ स्थळीं निसटला तर इफ रेषेत जातो, आणि जर ग स्थळीं निसटला तर गहू रेषेत जातो, याप्रमाणेंच पुढेही जाणावें. या उदाहरणांत व गोळ्यास अ मध्याकडे ओढणारा जो दोरीचा अटकाव त्यास ध्रुवाकर्षप्रेरणा असें ह्मणतात, कारण ती प्रेरणा ध्रुव ह्मणजे मध्य याकडे पदार्थास आकर्षून घेत्ये; आणि तो ज्या प्रेरणेच्या योगानें अ मध्याकडे नजातां पुढे सरळ रेषेत जातो त्या प्रेरणेस ध्रुवोत्सारप्रेरणा असें ह्मण-

तात, कारण ती ध्रुवापासून पदार्थांचें उत्सारण करीत असत्ये ह्यणजे त्यास दूर लोटीत असत्ये.

ही गोष्ट सर्वास माहीत आहे कीं, एक खडा गो-
फर्णीत घालून तीस आपण फिरवीत असतां जर तो
तींतून निसटला तर त्याक्षणीं ज्या दिशेकडे त्याच्या
गतीचा रोंख असतो त्या दिशेकडे तो सरळ रेषेत
उडून जातो. हीच या ठिकाणीं ध्रुवोत्सारप्रेरणा
होय. ग्रहमालेविषयींही असेंच कल्पितात कीं,
परमेश्वरानें पृथिव्यादिग्रह उत्पन्न करून त्यांस अं-
तरालांत झोंकून दिलें तेव्हां त्यांच्या अंगीं सर-
ळ रेषेत एकसारखें पुढें जाण्याचा रोंख प्राप्त झाला,
आणि त्यांच्या गमनास दुसऱ्या कशाचा व्याक्षेप झा-
ला नसता तर ते तसेच सरळ रेषेत पुढें चालत राहते;
परंतु ज्याच्या पुढें हे फारच लहान असा जो अतिप्र-
चंड सूर्य त्याच्या आकर्षणशक्तीच्या सपाळ्यांत हे
सांपडल्यामुळें यांचा पुढें जाण्याचा रोंख कुंठित झा-
ला. याठिकाणीं सरळ रेषेत पुढें जाण्याची जी ई-
श्वरदत्त प्रेरणा ती ध्रुवोत्सारप्रेरणा होय, आणि सूर्य-
यांचें जें आकर्षण ती ध्रुवाकर्षप्रेरणा होय. या दोहों
प्रेरणांच्या व्यापारापासून, पृथिव्यादि ग्रहांचें एकसा-
रखें सरळ रेषेत नीट पुढें जाणें, तसेंच सूर्याच्या जव-
ळ येणें, हीं दोनही बंद होऊन, त्यांस वर्तुलगति प्रा-
प्त झाली, आणि तिच्या योगानें ते सूर्या भोंवतीं, आ-

पला गमनवेग व सूर्याचें आकर्षण यांच्या अनुरोधानें, फिरूं लागले. याप्रमाणेंच ग्रहांच्या भोंवतीं उपग्रहही फिरूं लागले. या सर्व प्रतिपादनावरून आकर्षणशक्तीच्या योगानें ग्रह व उपग्रह यांस वर्तुलगति कशी प्राप्त होव्ये याविषयाचें चांगलें परिज्ञान होईल.

पदार्थ मोठे असोत अथवा लहान असोत त्यांचें एकमेकांवर त्यांच्या प्रकृत्यंशांच्या मानाप्रमाणें आकर्षण घडल्यावांचून राहात नाहीं. याकरितां हर एक पदार्थ किती जरी लहान असला तरी पृथ्वीवर त्याचें काहींतरी आकर्षण घडतें. परंतु जो जो पदार्थ आपल्या पाहण्यांत येतो तो तो पृथ्वीशीं ताडून पाहिला असतां इतका लहान असतो कीं त्याची आकर्षणशक्ति अनुभवासच येण्यासारखी नसत्ये. पण पृथ्वीच्या तोलाचा दुसरा एकादा पदार्थ तिच्या जवळ आला असतां त्याकडे ती ओढली जाईल असें अनुमान होतें. जेव्हां आकाशातील जड गोलक एकमेकांजवळ येतात तेव्हां त्यांचें परस्परांवर आकर्षण घडून ते आपआपल्या कक्षांपासून हलजे गमनमार्गांपासून चलित होतात.

पदार्थांच्या परस्पर आकर्षणाविषयीं अशी एक गोष्ट प्रत्ययास आली आहे कीं, एक ओळंबा जर पर्वताच्या शिखरावरून सोडिला तर तो थेट लंब-

विकला झुकतो.

पृथ्वीच्या पोटांत जसें जसें खोल जावें तसें तसें पदार्थाचें वजन कमी कमी होत जातें, यावरूनही प्रकृत्यंशांच्या अंगी एकमेकांस ओढण्याची शक्ति आहे असें सिद्ध होतें. एक पदार्थ पृथ्वीपृष्ठावर वजन करून तो एक कोस तिच्या पोटांत नेला असतां पहिल्यापेक्षां वजनांत कमी भरतो; कारण त्या पदार्थाच्या वरल्या अंगाची लिंबाच्या सालीसारखी एक कोस जाडीची जी सर्व भूगोलाची कंवची तींतील प्रकृत्यंशांच्या आकर्षणांचा त्या पदार्थावर परस्पर विरुद्ध व्यापार घडून त्या सर्व कंवचीचें आकर्षण नघडल्यासारखें होतें, आणि त्या कंवचीच्या आंतला जो बाकी राहिलेला गोलभाग तेवढ्याचें मात्र त्या पदार्थावर आकर्षण घडतें आणि तेणेंकरून वजनांत कमतर येत्ये. याप्रमाणें त्या पदार्थास जसें जसें मध्याजवळ नेऊं लागावें तसा तसा तो हलका हलका भरत जातो. जर आपणास पृथ्वीच्या मध्यापर्यंत जातां आलें तर तेथें चोर्होंकडून आकर्षण एकसारखें घडून पदार्थाच्या अंगी कांहींच वजन राहणार नाहीं; आणि पृथ्वीमध्याच्या



ठिकाणीं जर पोकळी सांपडेल तर तो पदार्थ अंतराळीं निराधार राहील.

पृथ्वीच्या सभोवार जें स्थितिस्थापक वातावरण ह्मणजे वायूचें वेष्टन आहे त्याची पृथ्वीवर स्थिति होण्यास व तिच्या पृष्ठावर जेवढी पोकळ जागा आहे तीत तो वायु भरून राहाण्यास तिची आकर्षणशक्तिच कारण होय, आणि याच शक्तीच्या योगानें त्या वातावरणाच्या अंगीं भारही उत्पन्न झाला आहे. समुद्रकांठीं जर आपण उभे असलों तर आपल्या शरीराच्या एक्या औरसचौरस इंच जाग्यावर आपल्या भोंवतालच्या वायूचा १५ रतल ह्मणजे पक्के साडेसात शेर भार पडतो. हा भार, समुद्राची सपाटी सोडून जसें जसें उंच जावें तसा तसा, कमी होतो. अमुक उंचीवर वायूचा अमुक दाब पडतो ही गोष्ट भारमापक यंत्रावरून कळून येत्ये. या यंत्रांत एक तोंड बंद केलेली अशी ३२ अथवा ३३ इंच लांबीची एक कांचेची नळी असत्ये आणि ती पाण्यानें भरून तिच्या उघड्या तोंडाकडच्या बाजूनें ती पाण्यानें भरलेल्या दुसऱ्या एक्या पात्रांत बुडविलेली असत्ये. या पात्रांतील पाण्यावर वायूचा दाब जसाजसा न्यूनाधिक होत जातो तसातसा नळीतील पासा अधिक उणा उतरतो आणि तेणेकरून समुद्राच्या सपाटीपासून

आपण अमुक उंच गेलों असें समजतें. या यंत्राचें विस्तारेंकरून वर्णन पुढें होईल.

वातावरणाच्या अंगीं जो भार उत्पन्न होतो तो पृथ्वीच्या आकर्षणशक्तीच्या योगानें उत्पन्न होतो, आणि त्यापासून सृष्टींत नानाप्रकारचे चमत्कार दृष्टीस पडतात. परंतु ही एक गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे कीं वाताकर्षक यंत्राच्या साहाय्यानें पदार्थावरील वायु व त्याचा दाब हीं बहुधा नाहींशीं करितां येतात, परंतु गुरुत्वाकर्षण कधीं नाहींसें करितां येत नाहीं; कारण गुरुत्वाकर्षकत्व हा पदार्थाचा सांसिद्धिक व अविनाशी धर्म आहे.

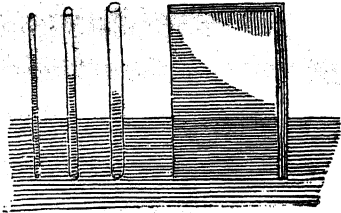
धूर, वाफ, इत्यादि पदार्थ खालीं नपडतां वर चढतात त्यामुळें त्यांवर आकर्षणशक्तीचा व्यापार चालत नाहीं असें भासतें, परंतु त्यांवरदेखील आकर्षण घडत असतें. धुरामध्यें मुख्यत्वेकरून पाण्याची वाफ, काजळीचे बारीक बारीक कण आणि ज्वालाग्राही ग्यास ह्मणजे वायुरूप पदार्थ हे असतात, आणि उष्णतेच्यायोगानें ते पदार्थ वातावरणापेक्षां हलके होतात ह्मणून वातावरणावर तरंगले जातात आणि तेणेंकरून तो धूर वर चढतो. परंतु त्यांतील काजळीचे भागाचा घोरोसा अथवा जळमटें जमून तीं कांहीं वेळानें आपल्या दृष्टीस पडतात आणि वाफेचे कण हवेंत विरघळून अदृश्य होतात.

केशाकर्षण.

बारीक नळ्या अथवा सच्छिद्र पदार्थ यांच्या रं-
धांतून ज्या शक्तीच्यायोगानें प्रवाही द्रव्यें वर चढ-
तात त्या शक्तीस केशाकर्षकत्व असें ह्मणतात. लहा-
नमोठ्या छिद्रांच्या कांचेच्या नळ्या जर पाण्यांत
उभ्या ठेविल्या तर असें दिसून येतें कीं ज्या नळीचें
छिद्र सर्वापेक्षां बारीक त्या नळींत पाणीं सर्वापेक्षां
उंच चढतें, आणि ज्यांचीं छिद्रे तिजपेक्षां मोठीं मोठीं
असतात त्यांत पाणीं कमी कमी चढतें. याप्रमाणेंच
कांचेचीं दोन तावदानें

आकृति ५

घेऊन त्यांच्यामध्ये
फार बारीक चीर
राही अशा बेतानें
तीं एकमेकांवर ठेवू-
न जर पाण्यानें भर



लेल्या पात्रांत बुडविलीं तर पाणीं त्या चिरेंतून वर
चढतें आणि हें चढणें चीर जितकी जितकी बारीक
तितकें तितकें अधिकाधिक होतें. (वरील आकृतिपाहा)

पाण्यानें भरलेल्या पात्रांतून एक पेलाभर पाणीं
बाहेर काढून घेऊन त्याकडे न्याहाळून पाहूं लागले
ह्मणजे पेल्याच्या बाजूस लागलेले जे पाण्याचे कण
असतात ते मध्यभागच्या पाण्याच्या कणांपेक्षां वर

(३९)

उचलले जातात असें दृष्टीस पडते. असें होण्यास केशाकर्षणशक्तिच कारण होय.

हे आकर्षण पुष्कळ प्रकारच्या सच्छिद्रपदार्थांत घडतांना दृष्टीस पडते. कच्ची वीट व मातीचें ढेकूळ, हीं पाण्याशीं यत्किंचित् स्पर्श होई अशीं ठेविलीं असतां तीं सर्व भिजून जातात. अशीच दिव्याची वात तेलास केशाकर्षणशक्तीच्या योगानें ओढून घेऊन ज्योतीकडे नेत्ये. जर आपल्या अंगवस्त्राचें एक शेवट घंगाळांत पडलें तर तें अंगवस्त्र वरवेरीं ओलें होतें. याप्रमाणेंच शाई टिपायाचा कागद ओल्या अक्षरांवर ठेविला ह्मणजे लागलाच तो त्यांतली शाई शोषून घेतो. एक्या खडकाच्या चिरेत कोरड्या लांकडाची पाचर जर मारली आणि तिजवर पर्जन्यादिकाचें पाणी पडलें तर ती केशाकर्षणाच्या योगानें तें पाणी शोषून घेऊन फुगत्ये आणि त्यायोगानें कदाचित् तो खडकही तडकून जातो. दुसरी अशी एक गोष्ट प्रसिद्ध आहे कीं, एकाद्या पातळ भांड्याचे पांचे काढणें झाल्यास त्यांत कोरडे हरभरे भरून वर पाणी ओततात, मग ते हरभरे केशाकर्षणाच्या योगानें पाणी शोषून घेऊन फुगले ह्मणजे त्यांच्या नेटानें ते पांचे निघतात, आणि जर कदाचित् हरभरे फार झाले तर त्या भांड्याचा सांधाही निखळून जातो. मडक्यामध्यें अथवा डेच्यामध्यें डाळी वगैरे फुगणारीं धान्यें

तोंडोतोंड भरून ठेवून त्यांवर जड झांकण ठेविलें असतां दमसर हवेच्यायोगानें देखील आंतील धान्य फुगून तीं मडकीं कधीं कधीं उलून जातात.

पृथ्वींत जे झरे उत्पन्न होतात तेही याच आकर्षणाच्यायोगानें होतात. रेती व बारीक बारीक खडे यांचे जे जमीनींत थर असतात त्यांत पुष्कळ छिद्रे असतात त्यांच्यायोगानें अथवा खडकांत ज्या बारीक बारीक चिरा असतात त्यांच्यायोगानें पाणीं वर चढून त्याचा झरा होतो. याच रीतीनें भुईंतील पाणीं वर चढून भितीस अथवा जमीनीस ओलावा चढतो, याकरितां घराचे पाये घालतेवेळेस खालीं दमसर जमीनीचा भाग असल्यास तो काढून टाकण्याची सावधगिरी राखावी लागत्ये.

रसायनाकर्षण.

या सृष्टीकडे पाहिलें असतां, पाषाण, उदक, वायु, वनस्पति, पशु, पक्षी, इत्यादि जे नानाविध पदार्थ आपल्या दृष्टीस पडतात ते ज्या द्रव्यांचे घडलेले आहेत त्यांचा शोध करूं गेलें असतां अंतं लागावयाचा नाहीं, असें साधारण दृष्टीनें आपणास वाटतें; परंतु शास्त्रीय दृष्टीनें पाहिलें असतां, आपल्या बोलण्यांत अथवा लिहिण्यांत जे हजारो शब्द येतात त्यांची घडामोड जशी ५२ वर्षांत होत्ये तशी, या पृथ्वीवरील

जितके पदार्थ मनुष्याच्या पाहण्यांत आले आहेत त्या सर्वांची घडामोड ५५* द्रव्यांत होत्ये, असें अनुभवास येतें. जो जो पदार्थ आपल्या दृष्टीस पडतो त्या त्या पदार्थांचें विवेचन करून पाहिलें असतां तो त्या ५५ द्रव्यांतील आहे अथवा त्यांपैकीं कितीएक द्रव्यांच्या संयोगविशेषापासून झालेला आहे असें प्रत्ययास येतें. त्या ५५ द्रव्यांस तत्वे असें ह्मणतात, कारण हीं दोन, तीन, अथवा अधिक द्रव्ये मिश्र होऊन झालेलीं नाहींत. यांपैकीं बहुतेक तत्वे निराळीं सांपडत नाहींत तीं अन्य तत्वांशीं संयुक्त झालेलीं सांपडतात. या तत्वरूपी पदार्थांच्या संयोगवियोगांनीं जी या सृष्टींत सदींदित एकसारखी घडामोड चालली आहे त्या घडामोडीमध्ये कितीएक संयोगवियोग स्वतः सृष्टिनियमांनींच घडत आहेत, व कित्येक मनुष्याच्या कल्पनाशक्तीच्यायोगानें घडले जाऊन त्यांच्या प्रपंचादि सुखास साधक होत आहेत. या ५५ तत्वांपैकीं ६ ग्यासरूप आणि ४३ धातुरूप तत्वे आहेत, आणि बाकीच्या ६ चा एक नियमित वर्ग बांधितां येत नाहीं. या तत्वांचा संयोग होऊन मिश्रपदार्थ कसा बनतो, व मिश्रपदार्थांचें पृथक्करण कोणत्या रीतीनें घडतें, व याविषयीं नियम कसे कसे आहेत या सर्व गोष्टींचें विवेचन रसायनशास्त्रांत केलें आहे.

* आलीकडील शोधावरून हीं तत्वे ६२ आहेत असें सिद्ध झाले आहे.

रसायनाकर्षण हें रसायनशास्त्राचा मुख्य विषय होय. या आकर्षणाच्या योगानें भिन्न जातीच्या पदार्थांचे कण एकमेकांशीं संयुक्त होऊन त्यापासून एक वेगळ्याच जातीचा पदार्थ बनतो, आणि त्याचें मूळच्या पदार्थांपैकीं एक्याही पदार्थांशीं साधर्म्य ह्मणजे सारखेपणा राहत नाहीं. उ०- पाणी; हा पदार्थ आक्सिजन (प्राणवायु) आणि हैद्रोजन (जलोत्पादकवायु) या दोहोंच्या संयोगापासून होतो. आक्सिजनवायूच्या अंगीं दिवा, अग्नि, वगैरे पदार्थांस प्रदीप्त करण्याची शक्ति आहे आणि हैद्रोजनवायु हा ज्वालाग्राही ह्मणजे पेट घेणारा आहे. आतां हे दोन वायु एकत्र केले असतां त्यांमध्ये रसायनाकर्षणाचा व्यापार घडून जो उदकरूप पदार्थ उत्पन्न होतो त्याचें, आक्सिजन आणि हैद्रोजन या दोन घटकवायवांपैकीं एकाशींही, साम्य राहत नाहीं; ह्मणजे असें-आक्सिजनवायु हा ज्वलनोद्दीप्तक व हैद्रोजनवायु हा ज्वालाग्राही, आणि त्यांच्या संयोगापासून झालेलें जें उदक तें ज्वालेस विझविणारें. या उदाहरणावरून रसायनाकर्षणानें जो पदार्थ उत्पन्न होतो त्याचे गुणधर्म तद्घटक पदार्थांच्या गुणधर्मांहून अगदीं भिन्न असतात असें स्पष्ट दिसून येतें. ही गोष्ट सर्वांस माहीत आहे कीं, हळदू आणि चुना हे दोन पदार्थ एकत्र केले असतां त्यांपासून एक तांबडा पदार्थ उत्पन्न होतो;

उत्पन्न होतो. पारा आणि गंधक हे दोन पदार्थ एकत्र करून उष्ण केले असता त्यांमध्ये रसायनाकर्षणाचा व्यापार घडून हिंगूळ उत्पन्न होतो. याचे गुणधर्म, पारा आणि गंधक हे जे त्याचे घटकावयव त्यांच्या गुणधर्मपेक्षा, अगदी वेगळे आहेत, हे सर्वांच्या पाहण्यांत आहे.

हे आकर्षण सर्व पदार्थांच्या कणांमध्ये घडतें असें नाही. उदाहरण— पाणी आणि वाळू हीं जर एक्या शिशीमध्ये घालून कितीही हालविली तरी त्यांमध्ये रसायनाकर्षणाचा व्यापार घडत नाही, त्यामुळे वाळू पाण्यांत मिळून नजातां तळीं जाऊन बसत्ये. याप्रमाणेंच पाणी आणि तेल यांमध्येही रसायनाकर्षण घडत नाही ह्मणून तेल पाण्यांत नमिळतां व्यावर तरंगत राहतें.

रसायनाकर्षणाचा विचार करूं लागलें ह्मणजे पदार्थांच्या कणांमध्ये या आकर्षणाविषयीं आवड निवड आहे असें दिसून येतें. उदाहरण—गंधकाच्या अर्कामध्ये जर संगमरवरी दगडाचा चूर करून घातला तर तो तत्काल त्याशीं संयुक्त होऊन त्यापासून अर्क व चूर यांहून अगदीं भिन्न असा एक पदार्थ बनतो. प-



रंतु कांच, सोनें, रूपें, यांचा चूर जर त्या अर्कांत टाकिला तर त्यांत तो मिळून जात नाही. यावरून कांच सोनें रूपें आणि गंधकाचा अर्क यांच्या कणांमध्ये जणु प्रीतिभावच नाही असें दिसून येते-पाणी आणि तेल या पदार्थांची परस्पर मैत्री नाही असें वर लिहिलें, परंतु पोट्याश ह्मणून जो क्षार आहे त्याचें दोहोर्शाही सख्य आहे याजकरितां पाणी आणि तेल यांमध्ये तो घातला असतां तिघेही एकत्र मिळतात आणि त्या संयोगापासून साबण हा पदार्थ उत्पन्न होतो.

या आवडनिवडीमध्ये दुसरा असा एक प्रकार आहे कीं, रसायनाकर्षणाच्यायोगानें दोन पदार्थ संयुक्त करून त्या संयोगांत जर तिसरा पदार्थ टाकिला तर त्याची पहिल्या दोन पदार्थांपैकी ज्यावर आवड असत्ये त्याशीं तो मिळून दुसऱ्या पदार्थास बाहेर हाकलून देतो. उ०-साबण; हा पदार्थ पाणी, तेल आणि पोट्याश या नावाचा क्षार या तीन पदार्थांच्या संयोगापासून होतो असें वर लिहिलेंच आहे. आतां हा जर गंधकाच्या अर्कांत घातला तर ह्यांतील पोट्याश तेलास सोडून देऊन अर्काशीं जाऊन मिळतो आणि त्यांच्या संयोगापासून एक नवीनच पदार्थ उत्पन्न होतो, यावरून पोट्याशाची तेलाबराबर जी मैत्री, तिच्यापेक्षां अर्काशीं अधिक मैत्री आहे असें दिसून ये-

तें. अशा प्रकारच्या आवडनिवडीमुळे नानाप्रकारचे मिश्रपदार्थ उत्पन्न होतात.

भिन्न जातीच्या पदार्थांचें रसायनाकर्षणाच्या योगानें जें एकीकरण होतें त्यास रसायनसंयोग असें ह्मणतात. किती एक पदार्थ असे आहेत कीं ते एकत्र केले असतां त्यांत रसायनाकर्षणाचा व्यापार घडून रसायनसंयोग होत नाही तर त्यांचें मिश्रण मात्र होतें. उदाहरण— एक मोरचुताचा खडा एक्या दोरीस बांधून पाण्यांत लोंबत ठेविला असतां तो विरघळून त्याचे कण पाण्याच्या कणांशीं अगदीं मिळून जाऊन तें सुंदर निळ्या रंगाचें होतें. अशा मिश्रणास विच्छेदन असें ह्मणतात. मीठ, साखर हे पदार्थ पाण्यांत घातले असतां त्यांचें विच्छेदन होऊन ते पाण्याशीं अगदीं मिळून जातात, परंतु त्यांचा रसायनसंयोग होत नाही.

लोहचुंबकाकर्षकत्व.

किती एक लोखंडाचे दगड असे सांपडतात कीं त्यांतला एक लांबोडा तुकडा दोरीस बांधून जर लोंबत ठेविला तर त्याचें एक टोंक उत्तरेकडे आणि दुसरे दक्षिणेकडे असें होतें; आणि तो तुकडा कसाही जरी फिरविला तरी प्रथम जें टोंक उत्तरेकडे असतें तेंच टोंक सदोदित त्या दिशेकडे वळतें. अशा तुक-

इत्याजवळ दुसरा लोखंडाचा तुकडा आणिला असतां त्यास तो ओढून घेतो ह्मणून अशा जातीच्या तुकड्यास लोहचुंबक असें ह्मणतात आणि त्यांमध्ये जें आकर्षण घडतें त्यास लोहचुंबकाकर्षण असें ह्मणतात. लोहचुंबकाशीं लोखंडाचा अथवा पोलादाचा तुकडा घांसला असतां त्यामध्येही लोहचुंबकाचे गुण येऊन त्याचा प्रतिलोहचुंबक बनतो; ह्मणजे त्याचें एक नियमित दोंक उत्तरेकडे होतें आणि तो दुसऱ्या लोखंडी तुकड्यास आपल्याकडे ओढितो. असा कृतीनें केलेला जो लोहचुंबक त्यास कृत्रिम लोहचुंबक असें ह्मणतात. लोहचुंबकामध्ये उत्तर दिशेकडे वळण्याचा जो गुण आहे त्यावरून त्याचा होकायंत्रामध्ये उपयोग करितात. होक्याचा उपयोग जलपर्यटन करणाऱ्या लोकांस समुद्रांतून तारवें चालविण्यास फार पडतो ही गोष्ट सर्वास माहीतच आहे.

लोहचुंबकामध्ये असा एक चमत्कारिक गुण आढळतो कीं त्याची आकर्षणशक्ति त्याच्या दोर्होकांच्या समोरासमोरील दोंकांजवळ मधील भागापेक्षां अधिक असत्ये आणि त्या दोर्हो दोंकांचे आकर्षण शक्तीचा व्यापार परस्पर विरुद्ध असतो; आणि याकरितांच त्यांतील एक्या दोंकास धनध्रुव आणि दुसऱ्या दोंकास ऋणध्रुव असें ह्मणतात. जर दोन लो-

(४७)

हचुंबक एकमेकांजवळ आणिले तर त्यांचे समानजा-
ति ध्रुव ह्मणजे सरूप टोंकें एकमेकांस लोटितात आ-
णि भिन्नजाति ध्रुव ह्मणजे विरूप टोंकें एकमेकांस
ओढितात.

विद्युदाकर्षण.

विद्युत् ह्मणून एक द्रव्य आहे. याच्या स्वरूपाचा
अद्यापकालपर्यंत वरोबर थांग लागला नाही, परंतु
सृष्टीतील पदार्थमात्रामध्ये याची व्याप्ति आहे एवढें
मात्र अनुमान झालें आहे. हें आपल्या साधारण
स्थितीत असतां दृष्टिगोचर होत नाही, परंतु तें वर्षणा-
दिकांच्या योगानें उद्भूत होऊन जेव्हां इतर पदार्थां-
त जाऊं लागतें तेव्हां तें ठिणग्यांच्या स्वरूपानें दिसतें;
आणि वातावरणामध्ये तर तें विजेच्या रूपानें बाहेर
पडतें.

कांचेची नळी अथवा लाखेची कांडी कोरड्या
हातानें अथवा रेशमी फडक्यानें घांसून जर सूत अथवा
केंस अशा हलक्या पदार्थांजवळ आणिली तर ती
त्या पदार्थांस आपल्याकडे ओढून घेत्ये आणि तो प-
दार्थ क्षणभर तीस चिकटून राहतो. ज्या शक्तीच्या
योगानें ती नळी अथवा कांडी त्या हलक्या पदार्थांस

आपल्या कडे ओढून घेत्ये त्या शक्तीस विद्युदाकर्षकत्व असें ह्मणतात. ते हलके पदार्थ नळीस क्षणभर चिकटून राहून लागलेच तीपासून पलीकडे झोकले जातात, यास विद्युदपसरण असें ह्मणतात.

विद्युतेच्या अंगां असा एक चमत्कारिक धर्म आहे कीं, ती नेहेमीं सर्व पदार्थांत सारख्या मानानें राहत्ये. याकरितां जर एकाद्या पदार्थांत दुसऱ्या जवळच्या पदार्थापेक्षां विद्युत् अधिक असली तर एकांतील कांहीं विद्युत् दुसऱ्यांत शिरून ती दोहोंमध्ये समसमान होत्ये; आणि याचकारणामुळे गडगडाट व वीज हीं उत्पन्न होतात. वातावरणांतील मेघांमध्ये अथवा वातावरण आणि जमीन यांमध्ये जी विद्युत् असत्ये तिच्या समानतेमध्ये मुख्यत्वेकरून उष्णकाळांत फेर पडतो. जेव्हां एक्या मेघांत जवळील दुसऱ्या मेघापेक्षां विद्युत् अधिक होत्ये तेव्हां ज्यांत अधिक असत्ये त्यांतील ज्यांत उणी असत्ये त्याकडे जाऊं लागली ह्मणजे ती इतक्या जोरानें जात्ये कीं त्यापासून जो गडगडाट होतो तेणेंकरून कानठळ्या अगदीं बसून जातात.

पदार्थांतील अभिसारक शक्ति-उष्णता.

आकर्षणाच्यायोगानें पदार्थांतील कण एकत्र जमून जसे संकुचित होतात तसे उष्णता ह्मणून जें

सर्वव्यापक द्रव्य आहे त्याच्यायोगाने पदार्थाचे कण एकमेकांपासून दूर होऊन ते पसरले जातात.

उष्णता सर्व पदार्थांत असत्ये परंतु कित्येकांत अधिक असत्ये व कित्येकांत कमी असत्ये. ज्या वस्तु आपणास गार लागतात त्यांत उष्णतेचे मान कमी असते. बर्फामध्ये देखील उष्णता आहे असे समजते; वस्तुतः पाहिले असतां या सृष्टीत थंडी ह्मणून कांहीं स्वतंत्र पदार्थ नाही.

या सर्वव्यापक द्रव्याच्या वास्तव स्वरूपाचे अद्याप कालपर्यंत यथास्थित ज्ञान झाले नाही, परंतु आपासून जी कार्ये होतात त्यांवरून ह्याचे आपणास ज्ञान होते. कित्येक अशी कल्पना करितात की, उष्णता हें प्रवाही द्रव्य आहे, आणि कित्येक असे मानितात की, पदार्थांत जी विद्युत् असत्ये तिच्या व्यापारापासून उष्णतरूप धर्म उत्पन्न होतो. पदार्थांत उष्णता अधिकउणी झाली असतां त्याच्या वजनांत फेर पडलेला कोडे अनुभवास येत नाही, ह्मणून उष्णतेचा अगुरु पदार्थांत संग्रह करितात. प्रकाश, विद्युत् आणि लोहचुंबकशक्ति यांसही अगुरुच ह्मणतात.

बर्फ, थोंडा, लाकूड, इत्यादि पदार्थांत उष्णता असून ती वर्षणादि व्यापारांनी उद्भूत केल्याशिवाय आ-

पल्या अनुभवास येत नाही हणून तीस अनुद्धत उ-
 ष्णता असै हणतात; परंतु ते पदार्थ एकमेकांवर घांस-
 ले असतां त्यांतील अनुद्धत उष्णता आपल्या प्र-
 त्ययास येत्ये. एक धातूची लहानशी चकती घे-
 ऊन ती जर पाटावर घांसली तर ती तत्काल हातांत
 नघरवै इतकी तापत्ये. याप्रमाणेंच ओंगण नकेलें अ-
 सतां गाडीच्या चाकाचा कणा घर्षणाच्यायोगानें फा-
 र तापून जातो. अशा प्रकारें अतिशय उष्णता
 उत्पन्न झाली हणजे तिचाच अग्नि होतो. गाडी-
 च्या चाकांस ओंगण नकरितां ती जर पुष्कळ वेळ
 चालू ठेविली तर चाक व कणा यांच्या घर्षणापासून
 इतकी उष्णता उत्पन्न होत्ये कीं, कदाचित् ती दोनही
 पेट घेतात. घर्षणापासून अग्नि पडतो ही गोष्ट रानटी
 लोकांस चांगली माहित असत्ये, हणून ते विस्तव पा-
 डावयाचा झाला असतां तो लांकडावर लांकूड घांसून
 घांसून पाडतात. रानामध्यें झाडांवर झाडें घांसून वण-
 वा लागतो. दोन गारगोद्या अथवा एक गारगोटी
 आणि दुसरा पोलादाचा तुकडा हीं जर एकमेकांवर
 ठोकलीं तर विस्तवाच्या ठिणग्या पडतात आणि गार-
 गोद्या आणि पोलाद यांच्या चकमकी व बंदुकीचे
 चाप करितात ही गोष्ट सर्वास माहित आहे. लोखंडा-
 चा एक थंडतुकडा घेऊन न्यास जर हातवड्यानें खू-
 ब एकसारिलें ठोकिलें तर तो इतका तापतो कीं तेणें-

तन्म होतो.

अशा नानाप्रकारच्या साधनांनी उष्णता उत्पन्न होत्ये, यावरून असे अनुमान होतें कीं, उष्णता हर एक पदार्थाच्या कणांमध्ये मिसळून राहिलेली आहे, आणि तिच्या योगानेंच ते कण एकमेकांपासून दूर दूर राहून पदार्थ प्रसृत झालेले आहेत. स्पंज झणून एक सच्छिद्र पदार्थ आहे, तो पिळला असता त्यांतील उदकांश जसा बाहेर पडतो तशाच पदार्थाचे कण मेकले अथवा घांसले असता त्यांतील उष्णता बाहेर पडत्ये आणि मग ती अर्थातच आपल्या प्रत्ययास येत्ये. आतां उष्णतेच्या अंगीं जे धर्म आहेत त्यांचें व्याख्यान करितों.

उष्णतेची प्रसारकशक्ति—पदार्थप्रसरण.

ज्यावर असे सांगितलें कीं, उष्णतेच्या योगानें प्रत्यक्ष एकमेकांपासून दूर दूर होऊन पदार्थ प्रसृत होतान, हा जो उष्णतेच्या अंगीं पदार्थास प्रसृत करण्याचा गुण आहे तेणेंकरून तिचा व्यवहारांत फार उपयोग पडतो; कारण उष्णता आपल्या प्रसारक शक्तीच्या योगानें आकर्षणशक्तीचा



व्यापार तादृश चालू देत नाही. आकर्षणशक्तीचा इतका सपाटा आहे की, जर तिच्या विरुद्ध उष्णतेच्या प्रसारक शक्तीचा व्यापार नसता तर तिच्यायोगाने सर्व पदार्थ अगदी एके ठिकाणी जमून जाऊन या पृथ्वीवर हवा, पाणी, वनस्पति व जीवजंतु हीं कांहीं नराहतां या सर्वांचा एक अप्रवाही निर्जीव गोळा बनून गेला असता, आणि या भूगोळाची सांप्रत जेवढी आकृति आहे तेवढी नराहतां ती फारच लहान होऊन गेली असती.

उष्णतेच्यायोगाने पदार्थांचें रूपान्तर.

उष्णता सर्व पदार्थांस न्यूनाधिक मानाने व्यापून राहिल्यास यामुळे आकर्षणशक्तीचा व्यापार अधिकउष्णता घडून पदार्थांच्या दाढ्यांत फेरफार पडतो. आकर्षणशक्ति आणि उष्णतेची प्रसारकशक्ति या दोहोंच्या व्यापारापासून या सृष्टींत भिन्न भिन्न स्वरूपांचे पदार्थ दृष्टीस पडतात. ज्या प्रकृत्यांशांत उष्णतेचा अंश कमी त्यांत आकर्षणशक्तीचा व्यापार अधिक घडून ते एकमेकांशीं अगदीं घट्ट जमून जातात आणि त्यांचे दगड, लांकूड, यांसारखे भरीव व कठीण असे अप्रवाही पदार्थ बनतात; व ज्या कणांत उष्णता अधिक असल्यास त्यांत आकर्षणाचा व्यापार कमी घडून ते एके ठिकाणीं घट्ट जमत नाहींत झणून त्यांचे पा-

प्यासारखे प्रवाही पदार्थ बनतात; आणि ज्या कणा-
 त फारच उष्णता असत्ये त्यांत आकर्षणाचा व्यापार
 फारच थोडा घडतो तेणेंकरून ते कण अगदी विरळ
 राहून त्यांचे हवेसारखे वायुरूप पदार्थ बनतात. अशा
 प्रकारें उष्णतेच्या न्यूनाधिक मानानें एकाच पदार्थास
 ही तिन्ही रूपां प्राप्त होतात. उ०- पाणी; याचें मू-
 ल्कचें रूप पाहिलें असतां प्रवाही आहे, परंतु यांतील
 उष्णता काढून टाकिली झणजे याचें बर्फ होतें; या
 ठिकाणीं पाण्याचें मूळचें प्रवाहिरूप जाऊन त्यास अम-
 वाहिरूप प्राप्त होतें. आतां पाण्यास खूब उष्णता ला-
 वून जर कढविलें तर त्याची वाफ होत्ये; या ठिका-
 णीं पाण्याचें प्रवाहिरूप जाऊन त्यास वायुरूप प्राप्त
 होतें. यावरून अमवाही, प्रवाही आणि वायुरूप अशीं
 पदार्थांची तीन स्वरूपां जीं आपल्या दृष्टीस पडतात
 तीं उष्णतेच्या न्यूनाधिक मानानेंच झाली आहेत
 असे स्पष्ट दिसून येतें.

उष्णतेची वाहकता.

ही गोष्ट सर्वास माहीत आहे की, लोखंडी प-
 ळी विस्तवांत घातली असतां कांहीं वेळानें तिचें बा-
 हेरील शेवट हातांत धरवत नाही इतकें तापतें. या-
 चे कारणाचा विचार करूं लागलें असतां असें सम-

जून येतें कीं, पळीचा जो भाग विस्तवांत असतो त्या भागापासून दुसऱ्या भागापर्यंत उष्णता वाहत येत्ये. अशी जी उष्णतेच्या अंगा पदार्थाच्या कणांतून वाहत जाण्याची शक्ति आहे तीसच वाहकता असें म्हणतात, आणि हिच्याचयोगानें उष्णता चोर्हीकडे पसरत्ये. दुसरी अशी एक गोष्ट आपल्या प्रत्ययास येत्ये कीं, लोखंडी पळीचा विस्तवाच्या बाहेरचा भाग जितका लवकर तापतो तितका लांकडाचा तापत नाही; यावरून सर्व पदार्थ उष्णतेचे एकसारखे वाहक आहेत असें नाही, तर कितीएक शीघ्रवाहक व कितीएक मंदवाहक आहेत असें दिसून येतें. वाहकतेचा साधारण नियम असा आहे कीं, अप्रवाही पदार्थ सर्वांमध्ये अधिक उष्णवाहक असतात, त्यांच्या खाली प्रवाही, आणि त्यांच्या खाली वायुरूप; अप्रवाही पदार्थांतही सोने, रूबें, तांबें, इत्यादि धातूंची उत्तम प्रत, कांचा, विटा, दगड, इत्यादिकांची मध्यम प्रत, आणि कोळसे, लोकर, इत्यादि जे फार सच्छिद्र पदार्थ आहेत त्यांची कनिष्ठ प्रत.

लोकरासारखे जे उष्णतेचे मंदवाहक पदार्थ आहेत त्यांचीच बहुतेकस्त थंडीच्या दिवसांत पांघरण्याची वस्त्रे करितात, कारण त्यांच्यामुळे शरीरांतील उष्णता बाहेरच्या हवेत त्वरेनें जात नाही. भट्टींत उष्णता फार उत्पन्न करावी लागत्ये याजक-

(५५)

रिजांच ज्या विटांस पुष्कळ बारीक बारीक भोंके असतात तसल्या विटा भट्टीस लावितात, कारण त्या मंदवाहक असल्यामुळे भट्टीतील उष्णता लवकर बाहेर जात नाही.

उष्णतेचे किरणप्रसरण.

वाहकतेच्यायोगाने जशी उष्णता चौहीकडे पसरत्ये तशी ती तिचे किरण चौहीकडे फांकूनही पसरत्ये. पुष्कळ निखाऱ्यांनी एक शेगडी भरून तिच्या सभोवार हात हात अंतरावर जरी आपण बसलो तरी आपले अंग व आपल्या अंगावरील पांघरूणे तापतात, कारण शेगडीतील अग्नीचे किरण आपल्या अंगांत व अंगावरील पांघरूणांत शिरून त्यांस उष्ण करितात. याप्रमाणेच सूर्यापासून जी उष्णता येत्ये तीही पदार्थांत शिरून त्यांस तापवित्ये. परंतु ही गोष्ट सर्वास ठाऊक आहे की, कितीएक पदार्थ उन्हात अथवा विस्तवाजवळ ठेविले असता लवकर तापतात व कित्येक उशिरां तापतात; याचे कारण हेच की, कांहीं पदार्थांत उष्णतेचे किरण शोषून घेण्याची शक्ति विशेष असत्ये व कांहीं मध्ये कमी असत्ये. जे पदार्थ खरबरीत असतात ते उष्णतेच्या किरणांस फार शोषून घेतात, आणि जे

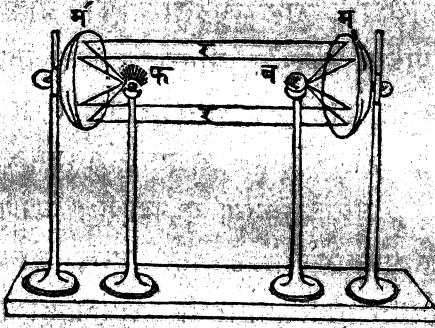
या परावर्तनाचा नियम प्रकाश किरणांच्या परावर्तना-
च्या नियमाप्रमाणेच आहे; ह्मणजे जर किरण पदार्था-
वर लंबरेषेत पडले तर लंबरेषेतच त्यांचे परावर्तन होते,
परंतु जर तिकंस पडले तर तो तिकंसपणा जितक्या
मानाचा असतो तितक्याच तिकंसपणाच्या मानाने ते
समोरच्या दिशेस परावृत्त होतात. या नियमाविषयी शा-
स्त्रीय भाषेने असे बोलतात की, पतनकोन आणि
परावर्तनकोन हे सारखे असतात. कढईसारखा खो-
लगट आरसा घेऊन तो सूर्याकडे धरला असता त्या-
वर जे सूर्याचे किरण पडतात ते परावर्तन पावून त्या
आरशासमोर थोड्या अंतरावर एकत्र जमतात, आणि
त्याठिकाणी एक पांढरा बिंदु उत्पन्न होतो, त्या बिंदूस
केंद्र असे ह्मणतात. या ठिकाणी दारू अथवा गोंवरी-
चा चूर ठेविला असता तो पेट घेतो. सूर्याच्या कि-
रणांप्रमाणेच लाल तापलेल्या लोखंडी गोळ्यापासून
जे किरण निघतात त्यांचेही गुळगुळीत पदार्थापा-
सून परावर्तन होते, ही गोष्ट पुढील उदाहरणावरून
चांगली समजेल. खालील आकृतीत म, म, हे दोन
चकचकीत घातुमय गोलांतर ह्मणजे कढईसारखे खोलगट
आरसे आहेत. यांपैकी म आरशाच्या केंद्रांत एक लो-
खंडाचा लाल तापलेला व गोळा ठेविला असता त्यांती-

A

B

गोलांतर आरसा आहे त्याजवर पडून न्यापासून
 परावर्तन पावतात, आणि ते फ बिंदूवर एकत्र
 जमून तेथे उष्ण-
 आकृति ६.

मापक अथवा
 लवकर पेट घे-
 णारा एकादा पदा
 र्थ मेविला असता
 न्यावर न्यांचे का
 र्य दृष्टोत्पत्तीस
 येते; हणजे उ-



ष्णमापक असल्यास त्यांतील पारा वर चढतो आणि
 लवकर पेटणारा पदार्थ असल्यास तो पेट घेतो.
 यावरून ही गोष्ट प्रत्ययास येत्ये की, उष्णता
 ज्या स्थलापासून निघत्ये त्या स्थलापासून फार
 अंतरावरील पदार्थास देखील पेटवितां येते.

उष्णतेची उत्पत्ति.

शोकणे व घांसणे यांपासून उष्णता उत्पन्न क-
 रितां येत्ये हणून वर सांगितले, न्याप्रमाणेंच लांकूड,



कोळसे, वगैरे जे ज्वालाग्राही पदार्थ आहेत ते जळू लागले ह्मणजे त्यांपासूनही उष्णता उत्पन्न होत्ये, आणि पाकनिष्पत्तीसारखी व्यवहारांत जीं पुष्कळ उपयोगी कृत्ये आहेत तीं करितां येतात. वास्तविक पाहतां उष्णतेचा मुख्य भरणा ह्मटला ह्मणजे सूर्यापासून होतो, परंतु त्या तेजःपुंज दिव्य गोलकाचें स्वरूप अग्नि अथवा लोखंडाचा लाल केलेला गोळा यांच्या सारखें असून त्यांच्या प्रमाणेंच त्यांतून उष्णता निघत्ये अथवा दुसऱ्या कांहीं आपणास अज्ञात अशा प्रकारानें निघत्ये ही गोष्टमात्र अद्याप संशयात्मक आहे.

सूर्याचे किरण व पदार्थांचें घर्षण आणि ज्वलन यां पासून जशी उष्णता उत्पन्न होत्ये तशीच ती रसायनव्यापारापासूनही उत्पन्न होत्ये. याचें उदाहरण पदार्थ आंबत किंवा कुजत असतां चांगलें दृष्टीस पडतें. प्राणिमात्राच्या शरीरांत जी उष्णता असत्ये ती बहुशः त्यांच्या शरीरांत जें रुधिराभिसरण चाललेलें असतें त्याच्या संबधानें स्वाभाविक रसायनव्यापार घडून उत्पन्न होत्ये. ही गोष्ट सर्वासमाहीत आहे कीं रुधिराभिसरणाचा व्यापार जर बंद पडला तर जीवांच्या शरीरांतील उष्णता नाहीशी होऊन ते थंड गार पडतात; आणि जर रुधिराभिसरणाचा व्यापार नियमित मानापेक्षां अधिक घडला अथवा अवयवांचें जोरानें चलनवलन झालें, अथवा

(५९)

त्यांचे घर्षण किंवा मर्दन झालें तर त्यापासूनही उष्णतेची उत्पत्ति होत्ये. ही जी उष्णता उत्पन्न होत्ये ती बहुतेक ते ते भाग तात्कालिक दाबले गेल्यामुळें उत्पन्न होत्ये असें मानितात. चुन्याच्या कळयांवर पाणी घातलें असतां जी उष्णता उत्पन्न होत्ये ती ही रसायनव्यापारानेच होत्ये. या सर्व वरील लिहिण्यावरून सूर्य, घर्षण, ज्वलन आणि रसायनव्यापार अशीं चार उष्णतेचीं उत्पत्तिस्थानें आहेत असें समजावें.

उष्णतेची सर्वत्र व्यापकता.

या भूगोलावर उष्णता नाही असें एकही स्थल नाही, परंतु ती सर्वत्र सारख्याच मानाची असत्ये असा नियम नाही. विषुववृत्त आणि त्या जवळील प्रदेश या ठिकाणी उष्णता पुष्कळ असत्ये, कारण तेथें सूर्याचे किरण थेट समोर पडतात; आणि ध्रुवाजवळील पृथ्वीच्या प्रदेशावर उष्णता फार थोडी असत्ये, कारण तेथें सूर्याचे किरण अगदीं तिरकस पडतात. हवेंत जसें जसें आपण उंच जावें तशीतशी ती थंड अनुभवास येत्ये. आणि धवलगिरी सारखीं पर्वतांचीं अतिशय उंच शिखरेतर नेहेमीं बर्फानें वेष्टिलेलीं असतात. जर्मनीच्या पोटांत जसें जसें जावें तशीतशी उष्णता अधिकाधिक अनुभवास येत्ये. यावरून पृथ्वीच्या

गर्भात उष्णतेचें मान पराकाष्ठेचें असावें असें अनुमान होतें. पृथ्वीपृष्ठावर जे मोठे मोठे सागर पसरले आहेत त्यांच्या योगानें त्यांजवळील प्रदेशांत शीत आणि उष्ण यांचें मान नेमस्त राहतें, परंतु ज्या ठिकाणीं जमीनीचेच मोठे मोठे विस्तीर्ण प्रदेश असतात त्या ठिकाणीं शीतोष्णांचीं मानें नेमस्त राहत नाहींत.

उष्णमान-उष्णमापक यंत्र.

वरील लिहिण्यावरून असें सिद्ध झालें कीं, पृथ्वीवर उष्णतेचें मान सर्वत्र एकसारखें नसतें, कोठें अधिक व कोठें कमी असें असतें. अशा न्यूनाधिक उष्णतेचें वास्तव मान कळण्याकरितां जें यंत्र केलेलें असतें त्यास उष्णमापक असें ह्मणतात. या यंत्रांत एक कांचेची नळी असत्ये, आणि तिचा खालचा भाग बहुतकरून गोलाकृति असून त्यांत पारा भरलेला असतो, आणि तो उष्णतेच्या अधिक उष्णामानाप्रमाणें किती चढतो व उतरतो हें दाखविण्याकरितां त्या नळीस भाग पाडलेली अशी एक मानपट्टी जोडलेली असत्ये. उष्णमापक आणि भारमापक यांमध्ये इतकाच भेद आहे कीं, भारमापकांतील पाण्यास वायूचा स्पर्श होत असतो आणि उष्णमापकांत पाण्यास वायूचा स्पर्श नहोई असा तो नळीच्या गोलभागांत ठेवले.

ला असतो. हवेतील उष्णता उष्णमापकांतील पाण्या-

स लागली झणजे तो प्रसृत हो-

ऊन वर चढतो आणि त्या मान-

पट्टीवर जे अंश घातलेले अस-

तात त्यांवरून हवेत अमुक अं-

श उष्णता आहे असें समजते.

साधारण उष्णमापकांतील

मानपट्टीवर जे भाग असतात ते

खाली लिहिल्याप्रमाणें. पोकळ

गोलभागाजवळ शून्य असतें,

आणि तेथून वर २१२ पर्यंत अं-

श घातलेले असतात. ३२ अंश

उष्णता झाली झणजे पाणी थिजूं

लागतें याकरितां बत्तिसाव्या अं-

शाजवळ थिजण्याचा बिंदु अ-

शीं अक्षरें मांडलेलीं असतात.

आणि २१२ अंश उष्णता झाली

झणजे पाण्यास कढ येऊं लागतो याकरितां तितक्या

अंशांवर कढाचा बिंदु अशीं अक्षरें मांडलेलीं असता-

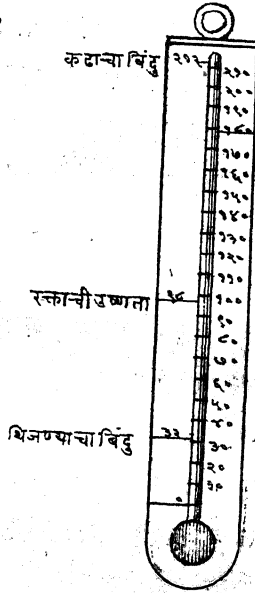
त. आपल्या अंगांतील रक्ताची उष्णता सरासरीनें पा-

हतां ९८ अंश असत्ये झणून ९८ अंशांवर रक्ताची

उष्णता असें लिहितात. हा उष्णमापकाचे भाग

करण्याचा प्रकार फारेन्हाइट झणून एक विलायतेत

आकृति ७



पुरुष होता त्यानें कल्पिला याकरितां वरील रीतीप्रमाणें विभागिलेल्या उष्णमापकास फारेन्हाइटचें उष्णमापक असें झणतात.

फ्रान्स आणि जर्मनी या देशांत वरील रीतीप्रमाणें उष्णमापकाचे भाग करीत नाहींत. फ्रान्सदेशांत शून्यस्थलीं थिजण्याचा बिंदु आणि १०० अंशांवर कढाचा बिंदु घालून मध्यें १०० भाग मानितात; आणि जर्मनीदेशांत थिजण्याचा बिंदु शून्यस्थलीं आणि कढाचा ८० अंशांवर घालून मध्यें ८० भाग मानितात.

उष्णतेच्या प्रसारकशक्तीचें उदाहरण उष्णमापकांत फार चांगलें दृष्टीस पडतें. हें यंत्र जर ऊन पाण्यांत बुडविलें तर त्यातील पारा पाण्याच्या उष्णतेनें लागलाच प्रसृत होऊन वर चढतो आणि थंड पाण्यांत बुडविलें असतां तो थंडीच्या योगानें तन्काळ आकुंचित होऊन खालीं उतरतो. साधारण अनुभवावरून पाहिलें असतां उष्णतेच्या प्रसारकशक्तीचीं उदाहरणें व्यवहारांत पुष्कळ आढळतात. एक लोखंडाचा तुकडा घेऊन तो तापविला असतां पहिल्यापेक्षां त्याची लांबी अधिक वाढत्ये. ही गोष्ट सर्वास ठाऊक आहे कीं, गाडीच्या चाकाची घांव खूब तापविली झगजे चाकावर अघळपघळ बसे इतकी वाढत्ये आणि तिजवर पाणी ओतलें झगजे लागलीच आक्र-

सून चाकास गच्च आंवळून बसत्ये. हवा ३२° पा-
सून २१२° पर्यंत उष्ण केली असतां ती आपल्या
पूर्वीच्या आकारपरिमाणाच्या $\frac{3}{4}$ इतकी वाढत्ये, पा-
णी $\frac{1}{2}$ वाढते, आल्कोहोल $\frac{1}{3}$ वाढतो, आणि हात-
वड्याने ठोकिलेले लोखंड $\frac{1}{20}$ वाढते.

उष्णतेच्या अभिसारकशक्तीचा जोर—

पाण्याचें कढणें.

बंदुकीची दारू पेटविली असतां जो धाडकन आ-
वाज होतो त्यांत उष्णतेच्या अभिसारकशक्तीच्या जो-
राचें उदाहरण चांगल्या प्रकारें दृष्टीस पडतें. जेव्हां
सुरंग लावितात तेव्हां दारूचे कण पेटून त्यांच्या अं-
गी वायुरूपता आली ह्मणजे ते इतक्या जोरानें एक-
मेकांस दूर लोटित असतात कीं तेषोंकरून खडकच्या
खडक निखळतो आणि बंदुकीची गोळीतर कित्येक
मैलांवर जाऊन पडत्ये.

पाणी कढविते वेळेसही उष्णतेची अभिसारकश-
क्ति चांगली दृष्टीस पडत्ये. पाण्यानें भरलेलें भांडें चु-
लीवर ठेवून खाली जाळ लाविला ह्मणजे पाणी तापाव-
यास आरंभ होतो. त्यांत असा व्यापार घडतो कीं भां-
ड्याचें बूड तापलें ह्मणजे बुडार्शी लागलेले जे पाण्या-

चे कण असतात ते उष्णतेच्यायोगानें प्रसरण पावून हलके होतात, आणि ते हलकेपणाच्या योगानें पाण्याच्या वरल्या भागाकडे चालू झाले ह्मणजे त्यांवरील त्यांच्यापेक्षां जे थंड व घट्ट जलकण असतात ते बुडीं येतात आणि ते उष्ण झाले ह्मणजे पहिल्याप्रमाणेंच वर निघून जातात. असा व्यापार सगळें पाणी एकसारखें कढत होई तोंपर्यंत चाललेला असतो. उष्णमापकांतील पारा २१२ अंश चढला ह्मणजे पाण्यास कढ येतो असें वर सांगितलेंच आहे, आणि एकदां कढ आला ह्मणजे मग कितीही उष्णता पाण्यास लावली तरी तें अधिक नतापतां त्याची वाफ होऊन जाव्ये, कारण जितकी जितकी अधिक उष्णता लावावी तितकी तितकी ती पाण्याची वाफ करण्यांत स्वर्च होव्ये. याकरितां कढ आल्यावरही अधिक पाणी तापावें ह्मणून त्याखालीं जाळ लावल्यास पाणी अधिक नतापतां सर्पणमात्र व्यर्थ नासून जातें.

२१२ अंश उष्णता झाली ह्मणजे पाण्यास कढ येतो असें वर सांगितलें परंतु वातावरणाचा पूर्ण भार जर पाण्यावर असला तर कढ येण्यास तितकी उष्णता लागव्ये नसल्यास तितकी लागत नाहीं. वाताकर्षक यंत्राच्यायोगानें पाण्यावरील वायूचा भार काढून टाकिला असतां त्यास २१२ पेक्षां पुष्कळ कमी अंशांवर कढ येतो. याप्रमाणेंच उंच पर्वतावर गेलें असतां

वताच्या फार उंच शिखरावर १८७ अंशांवर
पाणी कढू लागते; ह्मणजे साधारण कढाच्या बि-
दूपेक्षां २५ अंश कमी इतक्या अंशांवर उष्णमापकां-
त पारा असला ह्मणजे पाण्यास कढ येतो. या शि-
खरास मोंट ब्लॉक असें ह्मणतात आणि त्याची उंच-
ची समुद्रसपाटीपासून १५७३२ फुटी आहे.

वातावरणाचा दाब कमी असतां पाणी थोडक्या
उष्णतेनें कढास येते ही गोष्ट पुढील चमत्कारिक व
मनोरंजक प्रयोगावरून चांगली समजेल. एक्या पा-
तळ कांचेच्या शिर्शांत पाणी घालून त्या पाण्यास कढ
येईपर्यंत तिला दिव्यावर धरावे ह्मणजे त्या शिर्शातील
रिकाम्या जाग्यांतली हवा पाण्यांतून जी वाफ निघत्ये
तिच्या योगानें बहुतेक बाहेर निघून जाऊन ती जा-
गा वाफेनें भरून राहत्ये. मग मोठ्या युक्तीनें तिच्या
तोंडास गुडदी बसवून ती दिव्यावरून एकीकडे का-
ढून ठेवावी ह्मणजे तींतील पाणी कढेनासें होतें. नं-
तर ती थंड होऊं लागली ह्मणजे तीमध्ये जी
वाफ उत्पन्न झालेली असत्ये ती संकुचित हो-
त्ये आणि गुडदीच्या योगानें बाहेरील हवेसही आंत
येण्यास मार्ग सांपडत नाही, त्यामुळे शिर्शांत थोडेसें



निवांत स्थल उत्पन्न होतें आणि तेणेंकरून वातावर-
णाचा दाब थोडासा कमी होऊन पाण्यास पुनः उकळ्या
फुटूं लागतात; आणि जर त्या शिशीवर थंड पाणी ओ-
तलें तर तींतील वाफ विशेष संकुचित होऊन अधि-
क शून्यावकाश उत्पन्न होतो आणि तेणेंकरून त्या
उकळ्यांचा जोर विशेषच होतो. आतां अशा स्थितींत
जर त्या शिशीवर कढत पाणी ओतिलें तर तींतील वा-
फ पुनः पसरत्ये आणि प्रथम शून्यावकाश उत्पन्न झाल्यामुळें जो दाब दूर झालेला असतो तो पुनः पडून
पाण्यास उकळ्या फुटण्याचें बंद होतें, परंतु तीव-
र पुनः थंड पाणी ओतिलें असतां पाण्यास पुनः उ-
कळ्या फुटूं लागतात. यावरून भार कमी केला-
असतां जशी कमी उष्णतेनें वाफ होत्ये तशी भार अ-
धिक घातला असतां वाफ करण्यास अधिक उष्णता
लागत्ये हें चांगलें समजुतीस येतें.

वाफ होण्याचा बिंदु-वाफ.

पाण्याची वाफ होण्यास २१२ अंश उष्णता ला-
गत्ये ह्मणून वर लिहिलें, परंतु पाण्यासारखे जे दुस-
रे प्रवाही पदार्थ आहेत त्यांची वाफ होण्यास ह्मणजे
तिवकीच उष्णता लागत्ये असें नाहीं. भिन्न भिन्न
पदार्थांची वाफ होण्यास निरनिराळ्या मानाची उष्णता
लागत्ये. पाण्याची वाफ होण्यास ६९२ अंश उष्णता

लागत्ये; आल्कोहोलाची वाफ होण्यास १७५ आणि ईथराची वाफ होण्यास १०४ अंश उष्णता लागत्ये.

वाफ ही जात्या पार दर्शक, अदृश्य आणि रंगरहित आहे; परंतु ती बाहेर निघून लागली ह्मणजे तिचा कांहीं अंश हवेच्या योगानें थंड होऊन जलरूपात पावतो आणि तेणेंकरून तो आपल्यास पांढुरक्या धुराप्रमाणें दिसतो. एक घन इंच पाण्याची वाफ केली असतां सुमारे एक घन फुट ह्मणजे १७२८ घन इंच भरत्ये. वाफेस बाहेर जाऊं न देतां तिची उष्णता जसजशी वाढवावी तसतसा तिच्या प्रसरणशक्तीचा जोर घाटत जातो, आणि तो फार वाढला असतां त्याच्या योगानें ज्या पात्रांत ती असत्ये तें पात्र कितीही मजबूद असलें तरी फुटून जातें. अशी जी ही वाफेची प्रसृत होण्याची प्रबल शक्ति ती आपल्या उपयोगी पडे अशी, मनुष्यानें आपल्या कल्पनेच्या योगानें, तिची योजना करून तीपासून एक अद्भुत यंत्र तयार केलें आहे; असें यंत्र मनुष्याचा हातून आजपर्यंत कधीही झालें नाहीं. या यंत्रास वाफेचें यंत्र असें ह्मणतात. पाण्याची वाफ केल्यावर ती जर थंड केली तर संकुचित होऊन निघे पुनः पाणी होतें. आणि वाफ करण्याकरितां जितकी उष्णता लावलेली असत्ये तितकी सर्व बाहेर पडत्ये. याकरितां आपल्या अंगावर जर कोठे वाफे-

चा फंवारा बसला तर तेथे ती संकुचित होऊन तीं-
तांल उष्णता बाहेर पडव्ये, तेणेंकरून त्या ठिकाणीं
चटका बसून ती जागा भाजल्यासारखी होव्ये.

वरील लिहिण्यावरून असें सिद्ध झालें कीं, उ-
ष्णतेच्या योगानें प्रवाही पदार्थाची वाफ करितां येव्ये,
आणि थंडीच्या योगानें वाफेचे पुनः प्रवाही पदार्थ क-
रितां येतात. प्रवाहिद्रव्यांची वाफ करून ती पासून
पुनः प्रवाहिद्रव्य काढण्याचा जो व्यापार त्यास अर्क-
निष्कासन असें म्हणतात. वाफ थंड करण्याची एक
रीति अशी आहे कीं, एक कांचेची नळी थंड पाण्यांत
बुडवून ठेवून तींतून वाफ घालविली असतां ती थंड
होऊन तिचे पाणीं होतिं. एकमेकांत मिसळलेलीं दो-
न प्रवाहिद्रव्ये वेगळीं करायाचीं झाल्यास अर्कनि-
ष्कासनाच्या रीतीनें करितां येतात. उ०-आ-
ल्कोहोल, आणि पाणीं हे दोन प्रवाही पदार्थ एक-
त्र मिसळले असून त्यांतून आल्कोहोलास वेगळें
काढायाचें असल्यास, त्या दोहीं पदार्थांचें मिश्रण
१७५ अंशांपेक्षां अधिक आणि २१२ अंशांपेक्षां
कमी इतकी उष्णता होई तीपर्यंत तापवावें, म्हणजे आ-
ल्कोहोलाची वाफ होऊं लागव्ये, कारण १७५ अं-
श उष्णता झाली म्हणजे त्याची वाफ होव्ये असें व-
र लिहिलेच आहे. आतां ती वाफ कांहीं अंतरावर

वरील रीतीप्रमाणें नळींत थंड केली ह्मणजे शुद्ध आ-
ल्कोहोल प्रवाहिरूपानें सांपडतो.

स्वाभाविक बाष्पभवन.

प्रत्यक्ष अग्नि लावून कढ आल्याशिवाय प्रवाहिद्र-
व्यांची जी आपोआप हळूहळू वाफ होत्ये त्यास स्वा-
भाविक बाष्पभवन असें ह्मणतात. जेव्हां आपण ओ-
ली वस्त्रें वाळवत घालतो तेव्हां त्यांतील उदकांशाची
वाफ होऊन उडून जात्ये आणि तेणेंकरून वस्त्रें वाळ-
तात. या पृथ्वीवर बाष्पभवनाचा व्यापार थोडाबहुत
एकसारखा सदोदित चाललेला असतो. समुद्र, नद्या,
सरोवरे इत्यादिकांपासून बाष्पभवनाच्या योगानें पा-
ण्याची वाफ होऊन ती वातावरणांत जात असत्ये;
याप्रमाणेंच वनस्पति व जीवजंतु यांतील प्रवाही पदा-
र्थांचा अंश वाफेच्या स्वरूपानें बाहेर पडत असतो.

अशा प्रकारें पृथ्वीवरील द्रवांशास ह्मणजे ओला-
व्यास जाऊन राहण्यास वातावरण हें एक मोठें आश्रय
स्थानच होय. ज्या वेळेस वातावरणांत उष्णता पुष्कळ
असत्ये त्या वेळेस वातावरणांतील उदकांश भूमीजवळ
प्रायः दृष्टिगोचर होत नाही, परंतु वातावरणांत उष्णता
जेव्हां कमी असत्ये तेव्हां हवा अगदीं दमसर होऊन
रोगट होत्ये. कधीं कधीं हवा इतकी दमट होऊन जा-
त्ये कीं तींतील उदकांश धुक्याच्या स्वरूपानें दृष्टी-

पानें आपल्या दृष्टीस पडतात. दिवसास वनस्पत्या-
दिकांमध्ये जी उष्णता सांचत्ये ती रात्री त्यांतून नि-
घून गेल्यावर हवेतील उदकांश थंड होऊन त्यांच्या
पानांवर दवाच्या स्वरूपानें दृष्टीस पडतो, आणि ज्या
रात्री थंडीचा मोठा कडाका पडतो त्या रात्री तर तें
दंव कधी कधी अगदी थिजून जातें.

विलायतेसारख्या अतिथंड देशांत असा चम-
त्कार घडतो कीं, ज्या खोलींत माणसें निजलेलीं अ-
सतात त्या खोलीच्या खिडक्यांच्या तावदानांवर म-
नुष्यांच्या शरीरांच्या छिद्रांतून व त्यांच्या श्वासोच्छ्वा-
सापासून जी अदृश्य वाफ निघत असत्ये ती थंडीच्या
योगानें संकुचित होऊन प्रवाहिस्वरूपानें दृष्टीस प-
डत्ये; ह्मणजे वाफेचें पाणीं होऊन त्याचे तावदानां-
वर बिंदु जमून त्यांचे ओघळ चालतात. अशाप्रका-
रचा व्यापार जितकी बाहेर थंडी अधिक तितका अ-
धिक घडतो.

थिजणें—थिजण्याचा बिंदु.

ज्या देशांत फार थंडी असत्ये त्या देशांत हिंवा-
ळ्यामध्ये हवेतील उष्णता ३२ अंशापेक्षां ह्मणजे थिज-

A

B

लागते आणि शेवटी त्याचे बर्फ होते, आणि वातावरणातील उष्णता ३२ अंशांच्या वर झाली म्हणजे त्या बर्फाचे पुनः पाणी होते.

जेव्हा वातावरणातील उष्णता थिजण्याच्या बिंदूपेक्षा कमी होव्ये तेव्हा ढगांमध्ये जे जलाचे कण असतात ते खाली पडतेवेळेस थिजून त्यांचे बर्फ होते आणि त्या बर्फाच्या स्वरूपाने ते जमीनीवर येऊन पोचतात. परंतु ते जलकण एकत्र होऊन त्यांचे पावसाचे थेंब बनल्यावर जर थिजण्याचा व्यापार चालू झाला तर त्यांच्या गारा होऊन पृथ्वीवर पडतात. आणि हे थिजलेले थेंब पृथ्वीवर पडायच्या अगोदर जर थिजण्याच्या बिंदूपेक्षा अधिक उष्णतेच्या वायूंतून खाली आले तर ते वितळून त्यांची अर्धा गार व अर्धे पाणी असे होऊन जाते.

शीतोष्णांची समानता.

उष्णतेच्या अंशी सर्वत्र समानतेने राहण्याविषयीचा जो धर्म आहे तेणेकरून ती या सृष्टीत चोर्हीकडे पसरून पदार्थातील शीतोष्णांमध्ये चमत्कारिक फेरफार करित्ये. जर आपण थंड पदार्थावर आपला हात ठेविला



तर आपल्या हातांतील उष्णता चटदिशीं न्या पदार्थां-
 शिरून तितकी उष्णता आपल्या हातांतून नार्ही-
 शी होत्ये. याप्रमाणेंच आपण उष्ण पदार्थांवर हा-
 त ठेविला असतां त्यांतील उष्णता आपल्या हा-
 तांत शिरून हात कढत होतो. जर आपण कढत
 पाणी घेऊन थंड्यापाण्यांत ओतलें तर दोहोंची उष्णता
 लागलीच समान होऊन जात्ये. जर कोणत्या एका प्रदे-
 शांतील हवा उष्ण झाली तर ती हलकी होत्ये, आ-
 णि तेणेंकरून भोंवतालची जड हवा तीस वर सारून
 तिच्या ठिकाणीं आपण येऊन भरूं लागत्ये. हेंच
 वारा अथवा वायुप्रवाह उत्पन्न होण्याचें मुख्य कार-
 ण होय. उष्ण झालेल्या खोल्यांमध्येही असाच प्रका-
 र दृष्टीस पडतो. उष्ण खोलीचें दार जर उघडें
 टाकिलें तर तींतील उष्णतेमुळें हलकी झालेली हवा
 बाहेर पडूं लागून बाहेरील जड हवा त्या ठिकाणीं घे-
 ऊन भरूं लागत्ये त्यामुळें थंड वायूची झुळूक लागली-
 च अनुभवास येत्ये.

बाष्प भवनाच्या योगानें ज्या वेळेस वाफ हो-
 ऊं लागत्ये त्या वेळेस थंडी उत्पन्न होत्ये, कारण वा-
 फ होण्याकरितां जी उष्णता लागत्ये ती जवळील प-
 दार्थांतून घेतली जात्ये. ही गोष्ट सर्वास माहित आ-
 हे कीं, एका भांड्यांत पाणी घालून त्यास ओलें फड-
 कें लावून तें उलटें अडकवून ठेविलें झणजे पाणी कां-

(७३)

हीं वेळानें पुष्कळ गार होतें कारण तोंडच्या उदकाची वाफ होऊं लागली ह्मणजे आंतल्या पाण्यांतील उष्णतेचें शोषण होऊन तें सर्व पाणी गार होऊन जातें. याप्रमाणेंच आपण आंघोळ झाल्यानंतर आंग नपुसतां तसेच जर क्षणभर बसलों तर थंडी वाजूं लागत्ये, कारण आंगावरील पाण्याची जेव्हां वाफ होऊं लागत्ये तेव्हां शरीरांतील उष्णतेचें शोषण होऊन थंडी उत्पन्न होत्ये. कोरड्या वाऱ्याच्या झुळकीनें बाष्पभवनाचें काम लवकर लवकर चालतें तें पोंकरून ज्या दिवशीं वारा सुटतो त्यादिवशीं ओलसर पदार्थ लवकर हडकतात.

कृतीनें बर्फ करण्याची रीति.

बाष्प भवनाच्या योगानें उष्णतेचें शोषण होऊन थंडी उत्पन्न होत्ये ह्मणून जो वर नियम लिहिला त्याच्याच आधारावरून उष्ण खोलींमध्येही पाण्याचें बर्फ करण्याची एक चमत्कारिक युक्ति काढिली आहे. वाताकर्षकयंत्र व त्यांतील ग्राहक यांपासून वरील कार्य करितां येतें. वाताकर्षकांतील तबकडीवर जें कांचेचें पात्र उपडें ठेविलें असतें त्यास ग्राहक असें ह्मणतात. यांतील वायु दृष्ट्याच्यायोगानें काढितां येतो. या यंत्रांतील तबकडींत गंधकाचा शुद्ध अर्क घालून तिच्या मध्यभा-

गीं पाण्यानें भरलेला पेला एक्या तिवईवर ठेवून ग्राहकांतील वायु काढिला ह्मणजे पाण्यावरील वायूचा दाब नाहीसा होऊन त्याची वाफ होऊं लागत्ये. ती वाफ वर घेऊं लागली ह्मणजे तबकडींतील गंधकाचा अर्क तीस शोषून घेऊन शून्यावकाश कायम राखितो. याप्रमाणें व्यापार चालूं लागला ह्मणजे पाण्याची उष्णता थिजण्याच्या बिंदूपर्यंत कमी होऊन त्याचें बर्फ होतां दृष्टीस पडतें. एक्या भल्या मोठ्या वाताकर्षकाचा व्यापार कितीएक ग्राहकांवर चालू केला असतां एक्या तासांत सहा पौंड ह्मणजे पक्के ३ शेर बर्फ तयार होतें. वाताकर्षक यंत्राचें समग्र वर्णन पुढें होईल.

अनुदूत उष्णता.

वर असें सांगितलें कीं ३ २ अंशापेक्षां कमी उष्णता केली ह्मणजे पाणी थिजून त्याचें बर्फ होतें, आणि त्या बर्फास ३ २ अंशापेक्षां अधिक उष्णता लाविली असतां त्याचें पाणी होतें, परंतु बर्फास ३ २ अंशापेक्षां अधिक उष्णता लाविली असतां त्याचें एकाएकी पाणी होत नाही. पाणी होण्यास कांहीं विलंब लागतो, आणि त्या सर्व बर्फाचें पाणी झाल्याबराबर जर त्यांत उष्णमापक घातलें तर त्यांतील पारा ३ २ अंशापेक्षां अधिक चढत

३२ अंश उष्णतेचेंच पाणीं होई तोंपर्यंत जी उ-
 ष्णता बर्फ शोषून घेतें त्या उष्णतेस अनुद्भूत उष्णता
 असें ह्मणतात; आणि या उष्णतेच्या योगानें पदार्था-
 चें रूपांतर होतें, ह्मणजे अप्रवाही असल्यास प्रवाही
 होतो आणि प्रवाही असल्यास वायूरूप होतो, ह्मणून
 हीस रूपांतर करणारी उष्णता असेंही नाव देतात.
 बर्फाचें पाणीं होई तोंपर्यंत १४० अंश उष्णता ब-
 र्फांत गडप होऊन जात्ये यावरून पाण्याची अनुद्भूत
 उष्णता १४० अंश आहे असें समजतें. याप्रमाणें-
 च पाण्याची वाफ करत्ये वेळेस सुमारें १००० अंश
 उष्णता अगोचर होत्ये ह्मणजे प्रत्ययास येत नाहीं,
 याकरितां वाफेची अनुद्भूत उष्णता सुमारें १००० अं-
 श आहे असें समजतें. जेव्हां थंडीच्या योगानें वाफेचें
 पुनः पाणीं होतें तेव्हां ती १००० अंश अनुद्भूत उ-
 ष्णता बाहेर पडत्ये, आणि पाण्याचें बर्फ होत्ये वेळेस
 १४० अंश अनुद्भूत उष्णता बाहेर पडत्ये व त्या दो-
 होंचाही प्रत्यय येतो. इतर पदार्थ उष्णतेच्या यो-
 गानें पातळ करत्ये वेळेस आणि पातळ झाल्यानंतर
 त्यांची वाफ करत्येवेळेस पाण्याप्रमाणेंच उष्णतेचें
 शोषण होतें. परंतु हें शोषण सर्व पदार्थांत एकसारखें



नसतें ह्यणजे अर्थात् वेगळ्या वेगळ्या पदार्थांची अनुद्धत उष्णता भिन्न भिन्न असव्ये. पाण्यामध्ये जितकें उष्णतेचें शोषण होतें तितकें कोणत्याही पदार्थांत होत नाहीं. पुढील कोष्टकांत कित्येक पदार्थांची अनुद्धत उष्णता दिली आहे.

पाणी .. १४०	पाण्याची वाफ	९६७
गंधक .. १४५	आल्कोहोलाची वाफ	४४२
जस्त .. ४९९	ईथराची वाफ	३०२
कथील .. ५००	नैत्रिक आसिडाची वाफ	५३२

वरील लिहिण्यावरून असें सिद्ध झालें कीं, पदार्थांतील उष्णता निघूं लागली असतां अथवा पदार्थांत ती जाउं लागली असतां ते एकदम थंड अथवा ऊन होत नाहींत त्यांच्या अंगांत थंडी अथवा उष्णता उत्पन्न होण्यास कांहीं विलंब लागतो. अशा प्रकारें शीतोष्णांचा व्यापार हळूहळू नघडता तर वनस्पति व जीव यांच्या शरीरांत जीं मूलभूत प्रवाहिद्रव्यें आहेत त्यांत एकाएकीं थंडी अथवा उष्णता उत्पन्न होऊन मोठा नाश झाला असता.

थंड होतांनां पदार्थांचें वाढणें—मणिभवन.

उष्णता जशी जशी वाढव्ये तसा तसा पदार्थ विस्तृत होतो असें वर लिहिलें, परंतु कितीएक पदार्थ असे आढळतात कीं ते उष्ण केले असतां जसे वाढतात

रवे क्षार. ह पदाथ थड हाऊन घट्ट होऊ लागले ह्यणजे त्यांचे प्रकृत्यंश, शिसें, सोने व रुपें यांच्या प्रकृत्यंशांप्रमाणें, एकमेकांशीं अगदीं घट्ट मिळून नजातां त्यांचे बारीक रवे पडतात, आणि ते रवे एकत्र होऊन त्यांचे खडे बनतात. या खड्यांस मणि असें ह्यणतात; आणि ज्या व्यापारानें असले मणि बनतात त्यास मणिभवन असें ह्यणतात. या मणिभवनाच्या योगानें पदार्थांच्या ज्या सुघटित आणि चमत्कारिक आकृति बनतात त्या कांहीं नियमित कारणांनीं बनत असाव्या असें अनुमान होतें, परंतु या कारणांचा अद्याप कालपर्यंत पुर्तेपणीं शोध लागला नाहीं.

पाण्याच्या परमदाढ्यांचा बिंदु.

पदार्थांच्या आंगचा जो घट्टपणा त्यास दाढ्य असें ह्यणतात. उष्णता ४२ अंश किंवा कित्येकांच्या मते ३९॥, अंश झाली ह्यणजे पाण्याच्या अंगीं परम दाढ्य उत्पन्न होतें— ह्यणजे ४०, अथवा ३९॥, अंश उष्णता असतां जितका पाण्याच्या अंगीं घट्टपणा येतो तितका ४०, अथवा ३९॥, अंश उष्णतेपेक्षां कमी किंवा जास्त उष्णता असतां येत नाहीं. ४० अंशांपेक्षां



उष्णता कमी केली असता पाण्याचे आकारपरिमाण ३२ अंश उष्णता होई तोंपर्यंत वाढत असते, आणि ४० अंशापेक्षा अधिक उष्णता झाली असता ते कढाच्या बिंदूस पोचते तोंपर्यंत त्याचे आकारपरिमाण वाढत असते. याकरिता पाण्याची उष्णता ४० अंशांवर वाढू लागली असता ज्या मानाने पाण्याचे आकारपरिमाण वाढते त्याच मानाने ४० अंशापेक्षा उष्णता कमी होऊ लागली असताही वाढते. ३०-४० अंशापेक्षा ५ अंश अधिक झणजे ४५ अंश उष्णता झाली असता जितके पाण्याचे आकारपरिमाण वाढते तितकेच ५ अंश उष्णता उणी झणजे ३५ अंश झाली असताही वाढते.

पाण्याची उष्णता ४० अंशापेक्षा अधिक असून जेव्हा भोंवतालची हवा विशेष थंड होवते तेव्हा पाण्याचा वरला थर त्या हवेच्या योगाने थंड होऊन खालच्या पाण्यापेक्षा जड होतो, तेणेंकडून तो खाली जातो; नंतर त्याच्या जागी त्याच्या खालचा थर येतो आणि तोही थंड होऊन पूर्वीप्रमाणे खाली जातो. या प्रकारचा व्यापार ते सर्व पाणी ४० अंश उष्णतेचे होई तोंपर्यंत चालतो. उष्णता ४० अंशापेक्षा कमी होऊ लागली झणजे पाण्याचा वरचा थर खालील पाण्यापेक्षा हलका होऊन खाली न जाता वरचेवर तरंगत राहतो. उष्णता ३२ अंश अथवा त्या-

सांख्यतनुळ त पाण्यापक्षा हलक असतें सबब पाण्या-
 वर तरंगतें. अशा प्रकारें वरील पाण्याचें बर्फ झा-
 ल्यानंतर त्याच्या खालील पाण्याचें बर्फ होऊं लाग-
 लें ह्मणजे त्यांतून जी अनुद्धूत उष्णता बाहेर पड्ये
 तीस तत्काल हवेंत जावयास सांपडत नाहीं, कारण
 वर जें बर्फ जमलेलें असतें तें उष्णतेचें मंदवाहक ह्म-
 णून तीस आंत कोंडून धरितें. या कारणास्तव थिज-
 ण्याचा क्रम शिथिल पडतो. बर्फ होत्ये वेळेस जर अ-
 नुद्धूत उष्णता बाहेर पडण्याची आवश्यकता नसती
 आणि बर्फाच्या अंगां जर पाण्यावर तरंगण्याचा गु-
 ण नसता तर जे थंड देश आहेत त्यांत नद्यांच्या न-
 द्या गोठून गेल्या असल्या.

थिजण्याचा परिणाम.

पाणी थिजूं लागलें ह्मणजे त्याचें आकारपरि-
 माण वाढतें असें जें वर लिहिलें, व्यावरून इंग्लंडा-
 सारख्या थंड देशांत हिवाळ्यामध्ये पाण्याचे नळ अ-
 थवा पाण्यानें भरलेलीं भांडीं वगैरे एकाएकीं तडकून
 जातात ह्मणून जो चमत्कार सांगतात त्याची उपपत्ति
 चांगली बसत्ये. एक पातळसें भांडें पाण्यानें भरून
 बर्फ होण्याजोग्या थंड हवेंत ठेविलें असतां त्यांतीं



ल पाण्याचें बर्फ होऊन तें फुगते आणि तेणेंकरून तें भाडें तडकून जाते. जीं पात्रें चिवट असतात त्या पात्रांस अशा तऱ्हेनें तडे पडले असतांही जोंपर्यंत त्यांत बर्फ असतें तोंपर्यंत ते दृष्टीस पडत नाहींत, परंतु त्यांतील बर्फाचें पाणी झालें ह्मणजे ते दृष्टोत्पत्तीस येतात. खडकांच्या भेगांतून थंडी पडण्याच्या पूर्वी जर पाणी सांचलेलें असलें तर तें थंडीच्या दिवसांत थिजून फुगते आणि तेणेंकरून खडकच्या खडक तडकून जातात. नदीकिनाऱ्यास जे मोठमोठे उंच धक्के बांधलेले असतात त्यांतील पाण्याचा अंश थिजून जेव्हां फुगतो तेव्हां त्यांतील कांहीं भाग उकलून जातात, आणि ते जरी थंडीच्या दिवसांत एकमेकांशीं अगदीं डकून राहिलेले असतात तरी उष्ण काळांत त्यांतील बर्फ वितळूं लागलें ह्मणजे ते ढांसळतात. याप्रमाणेंच थंडीच्या दिवसांत जमीनी नांगरून वरखाल करून ठेविल्या ह्मणजे त्यांतील ढेंकळें विरून मातीस मिळून जातात, कारण त्यांत जो ओलावा असतो तो थंडीच्या योगानें थिजून जेव्हां फुगतो तेव्हां त्यांतील कणानकण वेगळा पडतो, आणि जोंपर्यंत थंडी असत्ये तोंपर्यंत ते कण जरीं चिकटलेले राहतात तरी उष्णकाळांत त्यांतील ओलावा वितळूं लागला ह्मणजे ते मोकळे पडतात. याकरितां शेतकरी लोक थंडीच्या दिवसांत आपल्या जमि-

दळ्याना वगर फाड्याचा आयास पडत नाही. अशा प्रकारची उदाहरणे मुख्यत्वेकरून थंड देशांत आढळतात, उष्ण देशांत तादृश आढळत नाहीत.

उष्णतेच्या योगानें पदार्थांचें आकुंचन.

उष्णतेच्या योगानें कितीएक पदार्थ आकुंचित होऊन त्यांचें आकारपरिमाण कमी होतें. हा व्यापार लांकूड, माती, यांसारखे जे पदार्थ उष्णतेच्या योगानें वितुळले जात नाहीत त्यांमध्ये घडतो; कारण त्यांत जो पाण्याचा अंश असतो त्याची उष्णतेच्या योगानें वाफ होऊन बाहेर गेली ह्मणजे त्यांतील प्रकृत्यंश पहिल्यापेक्षा अधिक जवळ येऊन त्यांचें आकारपरिमाण कमी होतें. लांकूड अगदीं कोरडें पडल्यावर कधीं कधीं तें तडकतें आणि त्यांतून किर असा आवाज निघतो, आणि असा आवाज जेव्हां घरांतील लांकडी सामानांतून निघूं लागतो तेव्हां अज्ञानी लोक त्याचें एक अद्भुत कारण कल्पितात.

अग्निकरण - अग्नि.

उष्णता लाविली असतां ज्यांची वाफ होत नाही असे जे लांकडासारखे पदार्थ त्यांचा अग्नि बनवितां येतो. अशा पदार्थांत ८०० अंश उष्णता आ-



ली झणजे ते अंधारांत लाल भडक दिसूं लागतात, आणि सुमारे १००० अंश उष्णता आली झणजे ते दिवसाच्या उजेडांतही लाल भडक दिसूं लागतात. हा व्यापार कोळशासारखे जे जळण्याजोगे पदार्थ त्यांमध्ये व धोंड्यासारखे जे नजळण्याजोगे पदार्थ त्यांमध्ये एकसारखा घडतो. पदार्थांचा अग्नि करण्यास ज्या मानाची उष्णता लागत्ये त्या मानापेक्षां पांढरी ज्वाला निघूं लागे इतकें जर तिचें मान चढविलें तर तीं त बहुतेक धातु व दुसरे पदार्थ यांचा रस होऊन जाई इतका तिच्या अंगी प्रसरण घेतो; आणि धातूंचा रस झाल्यावरही त्या जर त्या उष्णतेत कांहीं नियमित कालपर्यंत तशाच राहूं दिल्या तर त्यांतील धातुधर्म नष्ट होऊन त्यांची आक्साइडे झणजे भरभे होतात. पदार्थांची दाह्यता जशी जशी अधिक असत्ये व त्यांस हवा जितकी जितकी अधिक मिळत्ये तितका तितका दहनाचा व्यापार अधिकाधिक चालतो. जर अग्नीला हवा लागूं नदिली तर तो नपेटतां लवकर विझून जातो. हवेंत आक्सिजन झणून जो एक वायु आहे तो दहनक्रियेस फार साहाय्य करितो. ज्या पदार्थांचे हवेंत फार हळू हळू दहन होतें त्या पदार्थांस जर शुद्ध आक्सिजन वायूंत ठेविलें तर त्यांचें दहन खूब सपाळ्यानें होऊं लागतें.

उष्णतेविषयी जो वर विचार झाला त्याचा

आणि थंडी, थिजण, आकुंचन आणि मणिभवन
हीं उष्णतेच्या न्यूनतेचीं कार्यें होत या विषयावर व
मुख्यत्वेकरून ज्वलनावर अधिक विचार कराव्याचा
तो रसायनशास्त्रांत होईल.

पदार्थांच्या औपाधिक धर्माविषयीं.

अप्रवाही, प्रवाही आणि वायुरूप अशा पदार्थांचीं
जीं नानाप्रकारचीं सुंदर स्वरूपें या सृष्टींत आपल्या दृष्टी-
स पडतात त्यांस मुख्यत्वेकरून दोन कारणें आहेत,
एक आकर्षण आणि दुसरें अभिसरण. या दोन व इतर
कारणांनीं जे पदार्थांच्या ठायीं चमत्कारिक धर्म उत्प-
न्न होतात त्यांस औपाधिक धर्म असें ह्मणतात; का-
रण या धर्मांत उपाधीच्या योगानें फेरफार करितां
येतात. औपाधिक धर्मांचीं नावें - दाढ्य, सच्छि-
द्रता अथवा वैरल्य, संकोच्यता, स्थितिस्थापक-
ता, प्रसरणशीलता, काठिन्य, भंगशीलता अथवा
ठिसूळपणा, घनवर्धिष्णुता, तंतुभवनाहता, आणि
प्रकुट्यता अथवा चिंबटपणा.



दाढ्य.

पदार्थांच्या आंगचा जो घट्टपणा त्यास दाढ्य असें ह्मणतात. अप्रवाही अवस्थेंत पदार्थांच्या अंगां परमदाढ्य असतें, प्रवाही अवस्थेंत त्यापेक्षां कमी; आणि वायुरूप अवस्थेंत फारच कमी असतें. पदार्थांतील प्रकृत्यंश जसे घट्ट किंवा विरळ असतात तसें त्यांचें दाढ्य अधिकउणें होतें, आणि या दाढ्यांत कृतीनें फेरफारही करितां येतो. धातूस हातवड्यानें ठोकलें असतां त्यांतील प्रकृत्यंश अधिक जवळ येऊन त्यांचें दाढ्य वाढतें.

ज्या पदार्थांच्या अंगां दाढ्य विशेष तो पदार्थ अधिक जड असतो. एक्या अप्रवाही अथवा प्रवाही पदार्थांचें दाढ्य दुसऱ्या पदार्थांच्या दाढ्यापेक्षां अधिकउणें आहे असें शास्त्रीय भाषेनें सांगायार्चें झालें ह्मणजे त्या ठिकाणीं विशिष्टगुरुत्व या शब्दाची योजना करितात, आणि असें ह्मणतात कीं शिशाचें विशिष्टगुरुत्व कापसाच्या विशिष्टगुरुत्वापेक्षां अधिक आहे; आणि पाण्याचें विशिष्टगुरुत्व तेलाच्या विशिष्टगुरुत्वापेक्षां अधिक आहे. आतां हें विशिष्टगुरुत्व कोणत्या पदार्थांचें किती आहे हें पाहण्याकरितां प्रमाणाला कोणता तरी एक पदार्थ घेऊन त्याच्याशीं इतर पदार्थ ताडून पाहिले पाहिजेत.

णतेचाच घेतला पाहिजे. याकरितां ६२ अंश उ-
 णतेचें अर्कनिष्कासनाच्या योगानें काढलेलें शुद्ध
 उदक प्रमाणरूपानें धरून त्याबराबर इतर पदार्थांचें
 विशिष्टगुरुत्व ताडून पाहतात. तो प्रकार असा-
 ज्या पदार्थांचें विशिष्टगुरुत्व काढायाचें असतें तो प-
 दार्थव शुद्ध उदक हीं आकारपरिमाणानें सारखीं घेऊन
 त्यांचें वजन करितात, आणि उदकाचें विशिष्टगुरुत्व १,
 कल्पून त्याच्या जितकेपट त्या पदार्थांचें वजन भरतें
 तितकें त्या पदार्थांचें विशिष्टगुरुत्व धरतात; तो पदार्थ,
 जर उदकाच्या दुप्पट भरला तर त्याचें विशिष्टगुरुत्व
 २, तिप्पट भरल्यास ३, चौपट भरल्यास ४ आहे असें
 झणतात. अशा रीतीनें पाहूं लागले असतां २२ पर्यंत
 विशिष्टगुरुत्वाचे पदार्थ आढळतात. प्लाटिनम् या नावा-
 ची धातु सर्व पदार्थांपेढ्यें फार जड आहे; तिचें वि-
 शिष्टगुरुत्व २२ पेक्षां थोडें अधिक भरतें. ही वर-
 ची कसर, विशिष्टगुरुत्व सूक्ष्मतेनें समजण्याकरितां, द-
 शांशरूपानें मांडितात. वायुरूप पदार्थांचें विशिष्ट-
 गुरुत्व ताडून पाहण्याकरितां कधीं कधीं हवा प्रमाण-
 रूपानें घरतात; परंतु अप्रवाही आणि प्रवाही यांचें

८

4



4



विशिष्टगुरुत्व ताडून पाहायाचें झाल्यास तें उदकास-
च प्रमाणरूपानें धरून पाहतात. पुढील कोष्टकांत
किन्त्येक पदार्थांचीं विशिष्टगुरुत्वे लिहिलीं आहेत.

झाटिनम्	घडीव	२२.१००
झाटिनम्	तार	१९.२६७
सोनें	घडीव	१९.३२५
पारा .....	.....	१३.५९८
शिसें .....	.....	११.३५२
रुपें .....	.....	१०.४७४
तांबें	घडीव ..	८.८७८
तांबें	ओर्तीव ..	७.२०७
पोलाद .....	.....	७.८१६
लोखंड	घडीव ..	७.७८८
लोखंड	ओर्तीव ..	७.२०७
कथील .....	.....	७.२९१
सुर्मा .....	.....	६.७१२
हिरा .....	.....	३.५२०
गारेची कांच .....	.....	३.३७५
संगमरवरी दगड .....	.....	२.८७३
चिनी माडे .....	.....	२.३८४
गंधक	खार्णीतला ..	२.०३३
हस्तिदंत .....	.....	१.९१७
ओकनामक झाडाचें लांकूड जुनाट .....	.....	१.१७०

समुद्राचें पाणी	१०२६
शुद्ध उदक	१०००
आल्कोहोल	०७९३
जवसाचें तेल	०९५३
बुचाचें लांकूड	०२४०

ज्या पदार्थाचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या विशिष्टगुरुत्वापेक्षां अधिक असतें तो पदार्थ पाण्यांत टाकिला असतां बुडतो, आणि ज्याचें विशिष्टगुरुत्व पाण्याच्या विशिष्टगुरुत्वापेक्षां कमी असतें तो पाण्यावर तरंगतो. एकादें लांकूड किंवा अशा जातीचा दुसरा एकादा पदार्थ पाण्यांत टाकिला असतां तो कांहीं वेळ पाण्यावर तरंगतो, परंतु कांहीं वेळानें त्यांत पाणी भिनून त्याचें विशिष्टगुरुत्व अधिक झालें सणजे तो बुडतो.

कांहीं पदार्थ असे आहेत कीं, ते परस्पर मिश्रित केले असतां त्याचें आकारपरिमाण न्यूनाधिक होऊन त्यांच्या दाढ्यांत फेर पडतो. एक घन इंच पाणी एक घन इंच आल्कोहोलांत मिसळलें असतां तें मिश्रण दोन घन इंच भरावें तें नभरतां थोडें कमी भरतें. याप्रमाणेंच पाणी व उत्तम जातीचीं मद्यें हीं एकत्र के.

ली असता १०० शेरांमध्ये ४ शेरांचा फेर पडतो. असा फेर पडण्याचें कारण हेंच आहे कीं पाणी आणि मद्य यांचे कण एकमेकांच्या कणांच्या मध्ये शिरतात— ह्मणजे पाण्याच्या कणांच्या मध्ये जी रिती जागा सांपडत्ये तीत मद्याचे कण शिरतात, आणि मद्याच्या कणांच्या मध्ये जी रिती जागा सांपडत्ये तीत पाण्याचे कण शिरतात. कधील आणि शिसे हीं दोन द्रव्ये परस्पर मिश्रित केलीं असतां त्यांच्या मिश्रणाचें आकारपरिमाण वाढून त्याचें दाढ्य कमी होतें.

पाणी मद्यापेक्षां जड असतें, यास्तव पाण्यांत मद्य घातलें असतां, तें त्यांत पुरतेपाणी मिसळून जाई असें त्या दोही द्रव्यांचें मिश्रण नकेलें तर, मद्य पाण्यावर तरंगतें. कांहीं पदार्थ पाण्यावर तरंगणारे असून मद्यांत घातले असतां बुडतात. वेगळ्या वेगळ्या विशिष्टगुरुत्वाचे कांचेचे पोकळ मणि घेऊन ते मद्यांत टाकावे आणि ज्यांत फार कमी विशिष्टगुरुत्वाचा मणि तरंगतो तें मद्य फार सतेज आहे असें समजावें; कारण मद्यें जितकीं जितकीं हलकीं तितकीं तितकीं तीं अधिक सतेज असतात. मद्यें सतेज आहेत किंवा निस्तेज आहेत हें पाहायाचें असल्यास तें पुढील यंत्रापासूनदेखील पाहतां येतें. या यंत्रांत भार

वल्लो असून त्यावर गोळ्यापासून आरंभ
 करून वरवेरी भाग पाडलेले असतात. या
 यंत्रास द्रवद्रव्यमापक असें ह्मणतात. हें
 यंत्र मद्यादि पदार्थांत घातले असतां तीं जि-
 तर्का जितर्का हलकीं तितकें तितकें तें त्यां-
 न अधिकाधिक बुडते, आणि तें जितके अंश
 आंत बुडते तितके अंश तीं मद्यें सतेज
 असें समजतात.

मद्याचें विशिष्टगुरुत्व व त्यांची सतेजता यांची
 वर लिहिलेल्या रीतीप्रमाणें परीक्षा करित्ये वेळेस
 त्यांच्या आंगच्या उष्णतेकडे लक्ष पोंचविलें पाहिजे,
 उष्णतेच्या योगानें मद्यें पसरून तीं हलकीं होतात.
 याकरितां उन्हाळ्याचे दिवसांत मद्याचें आकारपरि-
 माण त्यांच्या वजनाच्या अनुरोधानें पाहिलें असतां
 हिवाळ्यापेक्षां जाजती भरते आणि तेणेंकरून तीं
 अधिक सतेज भासतात; परंतु वस्तुगत्या तीं तितर्का
 सतेज नसतात. एक घन इंच दारू (ब्रांडी) हिवा-
 ळ्यांत जितकी वजन भरत्ये त्यापेक्षां उन्हाळ्यांत ५
 गुंजा कमी भरत्ये; आणि उन्हाळ्यांत जितक्या वज-
 नाची दारू मापानें ३३ शेर भरत्ये तितक्याच
 वजनाची हिवाळ्यांत ३२ शेर भरत्ये. याकरितां



हिवाळ्यांत कोर्णा मापानें दारूची खरेदी करून उन्हाळ्यांत मापानेंच ती विकली तर ३२ शेरांस एक शेर नफा होईल.

ज्यांचें आकारपरिमाण सारखें अशा अप्रवाही पदार्थांचें विशिष्टगुणत्व परस्पर ताडून पाहायाचें असल्यास त्यांस तराजूच्या पारड्यांत घालून त्यांचें वजन करावें, आणि त्यांमध्ये जो जड भरेल त्याचें दारू अथवा विशिष्टगुणत्व दुसऱ्याच्या दारूच्यापेक्षां अथवा विशिष्टगुणत्वापेक्षां अधिक आहे असें समजावें परंतु या रीतीनें पदार्थांचें खरें मोल समजायाचें नाहीं.

उदाहरण— जर एका गृहस्थानें एक शेर वजनाची सोन्याची वीट सोनाराकडे विकायाम आणिली तर तिचें वजन बरोबर एक शेर आहे किंवा नाहीं हें त्यास ताजव्याच्या योगानें सांगतां येईल; परंतु, ती वीट शुद्ध सोन्याचीच आहे किंवा तीत रूपें, तांबे, शिसें अथवा दुसऱ्या हलक्या धातु यांची भेसळ आहे, असें, विचारिलें असतां या प्रश्नाचें उत्तर केवळ तराजूच्याच योगानें सांगतां यावयाचें नाहीं. अशा प्रश्नांचीं उत्तरें आर्किमिडीज या नावाच्या एक्या मोठ्या प्राचीन विद्वान् पुरुषानें शोधून काढलेल्या युक्तीच्या आधारानें सांगतां येतात. ती युक्ति अशी— ज्या अप्रवाही पदार्थांचें विशिष्टगुणत्व काढायाचें तो पदार्थ पाण्यानें भरले-

हा जा विशदगुरुत्व काढण्याचा युक्त हिच्याच यो-
 नागें पदार्थांत भेसळ आहे किंवा नाहीं याचीही प-
 रीक्षा करितां येत्ये. तो प्रकार असा-ज्या पदार्था-
 ची आपणास परीक्षा करायाची त्याच्या इतक्या आ-
 कारपरिमाणाचा दुसरा शुद्ध धातूचा पदार्थ घेऊन
 तो पाण्याने भरलेल्या पात्रांत घालावा, आणि तो
 आंत शिळू लागला ह्मणजे जितकें पाणी बाहेर पडेल
 तितकें एवढ्या पात्रांत घरावें; नंतर ज्याची परीक्षा क-
 रायाची त्यासही पाण्याने भरलेल्या पात्रांत घालून
 त्याच्या योगानें जें पाणी बाहेर पडेल तेंही दुसऱ्या
 पात्रांत घरावें. आतां जर या दोहों पाण्यांचें वजन ब-
 रोबर उतरलें तर पदार्थांत भेसळ नाहीं असें समजावें,
 आणि जर तपासावयाच्या पदार्थाचें पाणी पहिल्या
 शुद्ध पदार्थाच्या पाण्यापेक्षां अधिक वजन भरलें तर
 त्यांत भेसळ अथवा हीण आहे असें समजावें. वर
 लिहिलेल्या सोनारास शेर वजनाची खऱ्या सोऱ्या-
 ची वीट पाण्यांत घातली असतां अमूक पाणी बाहेर
 पडतें असें प्रथम ठाऊक असल्यास त्याला त्याच्या-
 कडे आणलेल्या विटेची वरील रीतीनें परीक्षा करि-
 तां येईल.



सच्छिद्रता अथवा वैरल्य.

दाढ्यांच्या विरुद्ध जो धर्म त्यास वैरल्य असें झणतात. जो पदार्थ विरळ असतो त्यांत बारीक बारीक छिद्रे असतात, तेणेंकरून तो हलका भरतो. सच्छिद्र पदार्थांची उदाहरणे या जगांत पुष्कळ आहेत. परंतु जीवरूप आणि मूलरूप सृष्टीमध्ये ही उदाहरणे फारच चांगली सांपडतात. हाड हा पदार्थ सच्छिद्र आहे, यास जर सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें पाहिलें तर तें शुद्ध मधाच्या पोळ्याप्रमाणें दिसतें. लांकूड ही हाडाप्रमाणेंच सच्छिद्र आहे. वेताची छडी अथवा लांकडाची काटकी घेऊन तिचें एक टोंक पाण्यांत बुडवून दुसऱ्या टोंकाकडून जर जोरानें फुकलें तर तोंतील छिद्रांच्या द्वारे तो वायु पाण्यातील टोंकांतून निघून बुडबुड्यांच्या स्वरूपानें पाण्यांतून बाहेर पडतो. जो वायुरूप पदार्थ दुसऱ्या वायुरूप पदार्थापेक्षा हलका भरतो त्याच्या अंगां दुसऱ्यापेक्षा वैरल्य विशेष असतें.

संकोच्यता.

त्या धर्माच्या योगानें पदार्थातील प्रकृत्यंश कमी नहोऊं देतां त्यांस दाबून त्यांचें आकारपरिमाण कमी करितां येतें त्या धर्मास संकोच्यता असें झणतात. असा व्यापार पदार्थातील प्रकृत्यंश दाब-

अप्रवाही पदार्थापेक्षां प्रवाही पदार्थास संकुचित करायास फार कठीण पडते, तथापि पुष्कळ दाब घातला असतां ते देखील थोडेसे चेपले जातात. समुद्रांत तळीं जें पाणी असतें तें वरील पाण्याच्या दाबानें संकुचित होऊन झणजे चेपलें जाऊन त्याच्या अंगी वरील पाण्यापेक्षां अधिक दाढ्य येतें.

प्रवाही व अप्रवाही पदार्थापेक्षां वायुरूप पदार्थास फार अल्पायासानें संकुचित करितां येतें. दाबण्याच्या योगानें हवेचें आकारपरिमाण पहिल्याच्या शतांशाइतकें करितां येतें; आणि ती इतकी दाबली झणजे मग तिच्या अंगी पसरण्याचा अथवा फुगण्याचा इतका जोर येतो की ज्या पात्रांत ती दाबावी तें पात्र फार बळकट नसलें तर फुटून जातें. याविषयीं हवेच्या बंदुकीचें उदाहरण चांगलें आहे. त्या बंदुकींत हवा आपल्या आकारपरिमाणाच्या शतांशाइतक्या जागेंत राहिली असली असतां तिच्या अंगी फुगण्याचा जोर इतका येतो की, त्या जोरानें तींतील गोळी दाह्या बंदुकीतील गोळीप्रमाणें उडून जात्ये.



स्थितिस्थापकता.

काहीं पदार्थ असे आहेत की त्यांस जसें जसें दाबावे तसे तसे ते दबले जातात, आणि तो दाब जसा जसा काढावा तसे तसे ते पूर्वस्थितीवर येतात. हा जो पूर्वस्थितीवर येण्याचा पदार्थाच्या अंगी धर्म आहे त्यासच स्थितिस्थापकता असें म्हणतात. धातूंमध्ये पोलाद हे उत्कृष्ट स्थितिस्थापक होय; परंतु त्याची स्थितिस्थापकता रबराच्या इतकी नाही. रबरास कसेही ताणले, पिळले, चुरडले किंवा दाबले तरी ते आपल्या पूर्वस्थितीवर येते. हवेसारखे जे वायुरूप पदार्थ व पाण्यासारखे जे प्रवाही पदार्थ तेही फार स्थितिस्थापक आहेत; त्यांवर भार घालून ते दाबून पुनः तो दाब काढला असतां ते पूर्वस्थितीवर येतात.

प्रसरणशीलता.

ज्या धर्माच्या योगाने पदार्थास त्यांत इतर पदार्थ मिश्रित केल्यावांचून प्रसृत करितां येते त्या धर्मास प्रसरणशीलता असें म्हणतात. हा व्यापार पदार्थातील छिद्रे अथवा त्यांच्या परमाणूंच्या मधील अवकाश वाढल्याच्या योगाने घडतो.

(१५)

काठिन्य.

मृदुत्वविरुद्ध जो धर्म त्यास काठिन्य असें लक्षणतात. हा धर्म पदार्थांच्या दाढ्यांवर तादृश राहत नाही, तर त्यांतील प्रकृत्यंश ज्या शक्तीने एकमेकांस धरून राहतात त्या शक्तीवर अथवा त्या प्रकृत्यंशांच्या रचनाविशेषावर राहतो. कांचेचे दाढ्ये बहुतेक धातूपेशां कमी आहे परंतु ती इतकी कठीण आहे की, तिणे धातूसदेखील खरवडतां येते. किती-एक धातूस कठीने कठीण अथवा नरम करितां येते. पोलाद तापवितां तापवितां पांढरे दिसूं लागलें झणजे त्यास थंडपाण्यांत घालून जर एकदम थंड केलें तर तें कांचेपेशां अधिक कठीण होतें; आणि हळूहळू जर तें निवविलें तर तें नरम व लवचीक होतें.

भंगशीलता.

पदार्थांवर आघात बसला असतां तो ज्या धर्माच्या योगानें भंगून जातो, झणजे त्याचे फुटून तुकडे होतात, त्या धर्मास भंगशीलता अथवा ठिसूळपणा असें लक्षणतात. हा धर्म बहुतकरून कठीण पदार्थांत असतो. उदाहरण कांच; आपल्या हातांतून जर एकादें कांचेचें भाडें पडलें तर त्याचे तुकडेतुकडे होऊन जातात ही गोष्ट प्रसिद्ध आहे. लोखंड, पी-

लाद, तांबें आणि पितळ या धातु खूब तापवून एकाएकी थंड केल्या असता त्या ठिसूळ होतात. ठिसूळ पदार्थातील प्रकृत्यंशांमध्ये जी आकर्षणशक्ति असत्ये तिचा नाश करायस फार आयास लागत नाही, याकरितां ते सहज फुटले जातात.

घनवर्धिष्णुता.

ज्या धर्माच्या योगानें, पदार्थ (घणानें अथवा हातवड्यानें) हावे तसे ठोकून वाढवितां येतात त्या धर्मास घनवर्धिष्णुता असें म्हणतात. सोनें, रुपें व तांबें यांची उष्णता कढाच्या बिंदूपर्यंत वाढविली असतां न्यास हातवड्यानें ठोकून पुष्कळ वाढवितां येते. जस्त, शिसें, लोखंड, इत्यादि धातुही, घनवर्धिष्णु आहेत. सर्व धातूंमध्ये सोनें फारच घनवर्धिष्णु होय; न्यास हातवड्यानें ठोकून ठोकून न्यांतून उजेड दिसे इतकें तें पातळ करितां येते.

तंतुभवनाहता.

ज्या धर्माच्या योगानें धातूंची तार काढितां येत्ये त्या धर्मास तंतुभवनाहता असें म्हणतात. ज्या धातु अतिशय घनवर्धिष्णु त्याच अतिशय तंतुभवनाह असतात असें नाही. उदाहरण - कथील आणि शिसें यांची हातवड्यानें ठोकून ठोकून पातळ पानें करितां येतात, परंतु न्यांची तार काढितां येत नाही.

(९७)

फार बारीक तार निघण्याजोगी धातु झटली झणजे
झाटिनम् ही होय. या धातूची तार एक्या इंचा-
चा $\frac{1}{1000000}$ एवढ्या व्यासाची निघत्ये.

प्रकुट्यता.

ज्या धर्माच्या योगानें पदार्थ सहजावृत्त्या भंग-
ले जात नाहीत त्या धर्मास प्रकुट्यता अथवा चि-
वटपणा असें झणतात. हा धर्म पदार्थातील प्रकृत्य-
शांमध्ये जें विशेष आकर्षण असतें त्यामुळें उत्पन्न
होतो. सर्व पदार्थांमध्ये पोलाद ही धातु फार चि-
वट आहे. एक्या इंचाच्या शतांशाएवढ्या व्यासाची
पोलादाची तार ६७ शेर वजन तोलून धरित्ये, आणि
तेवढीच झाटिनमूची तार ८ शेर धरित्ये, आणि शिशाची
एक शेरमात्र तोलून धरित्ये.

या भागांत लिहिलेल्या सर्व

विषयांचा गोषवारा.

पदार्थांच्या ज्या धर्मांचें वर विस्तारेंकरून व-
र्णन केलें आहे त्या सर्व धर्मांची संगतवार जुळणी
शिकणारांच्या मनांत ठसावी याकरितां त्यांचें संक्षेपें-
करून पुनः निरूपण करितों.

पदार्थांचे सांसिद्धिक धर्म सहा आहेतः न्यांचीं नावें-निर्भेद्यता, परिमेयता, आकृति, विभाज्यत्व, जडत्व आणि आकर्षकत्व. आकर्षकत्वापैकीं गुरुत्वाकर्षकत्वाचामात्र सांसिद्धिक धर्मांत अंतर्भाव होतो; परंतु स्नेहाकर्षकत्व, रसायनाकर्षकत्व, लोहचुंबकाकर्षकत्व, आणि विद्युदाकर्षकत्व असे जे आकर्षकत्वाचे दुसरे भेद आहेत त्यांची औपाधिक धर्मांतचगणना होत्ये; कारण, उपाधिभेदेकरून त्यांचा फेरफार होतो.

ज्या शक्तीच्या योगानें प्रकृत्यंश एकमेकांस आपआपणापासून दूर लोटित असतात ती शक्तिच उष्णता होय. ही उष्णता पदार्थांत अधिकउणी असत्ये, यामुळेच त्यांस अप्रवाही, प्रवाही, आणि वायुरूप अशीं स्वरूपें प्राप्त होतात; आणि हिच्याच न्यूनाधिकतेमुळे आकुंचन, मणिभवन, थंडी, प्रसरण, थिजणें, प्रवाहीकरण, बाष्पकरण, बाष्पभवन आणि अग्निकरण हीं घडण्यांत येतात.

पदार्थांचे औपाधिक धर्म दहा वर्णिले आहेतः न्यांचीं नावें-दाढर्य, वैरल्य अथवा सच्छिद्रता, संकोच्यता, स्थितिस्थापकता, प्रसरणशीलता, काठिन्य, भंगशीलता अथवा ठिसूळपणा, घनवर्धिष्णुता, तंतुभवनाहता, आणि प्रकुट्टयता अथवा चिवटपणा.

चलन आणि प्रेरणा.



सामान्य विवरण.

एक्या स्थानापासून दुसऱ्या स्थानाकडे जाणे हलणजे स्थिरताविरुद्ध जो व्यापार त्यास चलन असे हलणतात.

पदार्थाच्या धर्माविषयी पूर्वी ज्या व्याख्या लिहिल्या आहेत त्यांवरून असे समजते की, पदार्थ स्वतः निर्जीव आणि जड आहे, आणि तो स्थिर असता त्यास आपल्या जडत्वरूप धर्मांमुळे जसे आपोआप चलन पावतां येत नाही, तसेच त्याच्या अंगां चलन उत्पन्न झाले हलणजे त्यास त्याच धर्मांमुळे आपोआप स्थिरही होतां येत नाही; आणि ते चलन त्यास जितक्या वेगाचे व ज्या दिशेकडे प्राप्त होते, तितक्याच वेगाने व त्याच दिशेकडे दुसरा कांहीं व्याक्षेप न आला तर तो एकसारखा चालता राहतो.

या सृष्टींत वास्तव स्थिरतेचे उदाहरण एकही आढळण्यांत येत नाही; स्थिरतेची जी जी उदाहरणे आपल्या पाहण्यांत येतात, त्या सर्वांत ती स्थिरता इतरसापेक्ष असत्ये, वास्तव नसत्ये — हलणजे पृ-

ध्वीच्या अनुरोधाने पाहिले असतांमात्र पदार्थाच्या अंगां स्थिरता भासत्ये, परंतु ब्रह्मांडाच्या संबधाने पाहिले असतां त्यांच्याठायीं स्थिरता नसत्ये. जातें फिरत असतां त्याजवर जर एकादा किडा बसलेला असला तर तो फिरत्या जांत्याच्या अनुरोधाने पाहिला असतां जसा स्थिर नाही, तसा धोंडा वरून खालीं पृथ्वीवर पडला असतां तो स्थिर झाल्यासारखा-मात्र भासतो, परंतु ब्रह्मांडांत व्यापेक्षां पृथ्वीच फिरत आहे, व्यापेक्षां तिच्या पृष्ठावरील धोंडाही तिजबरोबर फिरत आहे असें समजले पाहिजे. याकरितां पदार्थ स्थिर झाला असें झटले ह्मणजे मनांत असें आणिले पाहिजे कीं, तो वास्तविक स्थिर झाला नाही, त्याचे स्थिर होणे इतरसापेक्ष झाले आहे. तात्पर्य, या सृष्टींत वास्तव स्थैर्य ह्मणून कोठें नाही, असें अनुमान होतें. सर्व ग्रह सूर्याभोवतीं फिरत आहेत आणि स्वतः सूर्यही आपल्या आंसाभोवतीं फिरत आहे. हाळीं बहुतेक ज्योतिःशास्त्रवेत्ते असें मानितात कीं, सूर्यास स्वकीय आंसाभोवतीं फिरण्याची गति असून दुसरी अंतरालांत पुढें जाण्याचीही मति आहे, आणि तो आपल्या ग्रहगणासहवर्तमान दुसऱ्याच एका मध्याभोवतीं फिरत आहे.

साधारण अनुभवावरून असें वाटतें कीं, पदार्थांच्या अंगां स्थैर्यावस्थेंत राहण्याची जशी स्वाभावि-

क प्रवृत्ति आहे, तशी चलनावस्थेत राहण्याची नाही, परंतु पोक्त विचार करून पाहिले असतां, पदार्थांच्या अंगी एकदां चलन उत्पन्न झाल्यावर त्यास जर कशाचा प्रतिबंध झाला नाही तर तो आपली चलनावस्था कधी सोडायचा नाही, असें लक्षांत येईल. आतां या सिध्दांताविषयीं अशी शंका येत्ये कीं, पृथ्वीवरील पदार्थांच्या अंगी जरी चलन उत्पन्न केले, तरी ते कांहीं वेळ चलनावस्थेत राहून पुनः स्थिर कां होतात? सदोदित चलनावस्थेतच राहतांना आपल्या दृष्टीस कां पडत नाहीत? उदाहरण— एक धोंडा वर फेंकला असतां तो पुनः जमीनीवर येऊन स्थिर होतो; चाकास फिरविले असतां ते आपल्या आंसावर कांहीं वेळ फिरून नंतर स्थिर होतें; आणि चेंडू भुईवर फेंकला असतां तो तिजवरून कांहीं वेळ गडबडत जाऊन शेवटीं थांबतो. तर असें होण्याचें कारण हेंच कीं, पृथ्वीवरील पदार्थांच्या अंगी चलन उत्पन्न झाले तरी आकर्षण, घर्षण, आणि वायु यांचा त्या चलनास प्रतिकूल असा व्यापार चाल होऊन ते पदार्थ स्थिर होतात. परंतु हीं जीं चलनास प्रतिकूल कारणें तीं जर कदाचित् दूर करितां आलीं, तर पृथ्वीवरील पदार्थ जसे सर्वकाळ स्थैर्यावस्थेत राहतांना आपल्या दृष्टीस पडतात तसे ते सदोदित चलनावस्थेतही राहतांना दृष्टीस पडतील.

पदार्थ सदोदित चलनावस्थेत असतात याचें उदाहरण आकाशातील ग्रहगणामध्ये चांगलें दृष्टीस पडतें. सूर्याभोवतीं जे ग्रह फिरतात, ते सदोदित चलनावस्थेत असतांना आपल्या नेहेर्मी पाहण्यांत येतात. त्यांवर पूर्वी सांगितल्याप्रमाणें ध्रुवाकर्ष आणि ध्रुवोत्सार या दोहों प्रेरणांचा व्यापार सदोदित एकसारखा घडत असतो; आणि त्यांस घर्षण व वायु यांचा प्रतिबंध होत नाही, कारण ते ज्या अवकाशांतून फिरतात तो अवकाश केवळ शून्यप्राय असतो; यास्तव त्यांच्या सततगतीस प्रतिबंध होत नाही. पृथ्वीवरील पदार्थांतही सततगति उत्पन्न करण्याविषयीं शिल्पशास्त्राच्या आधारानें बहुत युक्ति करून पाहिल्या परंतु घर्षणाचा अगदीं नाश करून टाकितां येत नाहीं यामुळे त्या युक्ति तडीस गेल्या नाहीत.

साधारण दृष्टीनें पाहिलें असतां, पृथ्वीवरील पदार्थ स्थिर आहेत, त्यांस प्रेरणा दिल्यावांचून त्यांच्या अंगीं चलन उत्पन्न होत नाही, मग ती प्रेरणा कृत्रिम असो, अथवा अकृत्रिम असो. हातानें सूत काढण्याच्या राहाटाच्या अंगीं जी गति उत्पन्न होत्ये ती, कृत्रिम (हलणजे कृतीनें उत्पन्न केलेल्या) प्रेरणेनें होत्ये; आणि वाऱ्याच्या योगानें गलबतास जी गति प्राप्त होत्ये ती, अकृत्रिम (हलणजे कृतीवांचून उत्पन्न झालेल्या) प्रेरणेनें होत्ये. भरती ओहोटी किं-

वा पाण्याचा प्रवाह, वायूचा प्रवाह, केशाकर्षण, इत्यादिक गति उत्पन्न करणाऱ्या पुष्कळ अकृत्रिम प्रेरणा आहेत; आणि त्यांपासून मनुष्ये कलाकौशल्यांमध्ये आपले बहुत कार्य साधून घेतात. प्राणिमात्रामध्ये जे चलन उत्पन्न होते त्याचे मूळ बीज, त्यांच्या शरीरांत जी जीवकला आहे, तिच्या आधीन आहे. त्या चलनाच्या स्वरूपाचा मनुष्यास अद्यापकालपर्यंत शोध लागला नाही, व त्या चलनाविषयी या ठिकाणी कांहीं लिहिण्याचेही प्रयोजन नाही. ज्या कृत्रिम अथवा अकृत्रिम प्रेरणांच्या योगाने पदार्थ स्थिर असतां त्यांस चलित करतां येते, अथवा चलित असतां स्थिर करितां येते, अथवा त्यांच्या चलनांत हवा तसा फेरफार करितां येतो, त्या प्रेरणांचा मात्र या ठिकाणी विचार कर्तव्य आहे.

प्रेरणेच्या अनुरोधाने पदार्थाच्या चलनांत नानाप्रकारचे फेरफार होतात. पदार्थाची गति शीघ्र किंवा मंद होणे, अथवा ती सरळ किंवा वक्रहोणे, अथवा सम किंवा विषम होणे, अथवा वर्धमान किंवा क्षीयमाण होणे, हे, आणि एक पदार्थ दुसऱ्या पदार्थाच्या आधाराने किंवा संबंदाने चालणे, हे सर्व, प्रेरणा ज्या रीतीने पदार्थावर घडत्ये त्या रीतीच्या अनुरोधाने होतें.

या प्रकारांपैकी कांहीं प्रकारांचे आतां विवे-

चन करितों; परंतु हें विवेचन करतांना जे कित्येक पारिभाषिक शब्द येणार आहेत त्यांचा भाषेच्या संबंधानें अर्थविपर्यास नव्हावा ह्मणून त्यांचे जे पृथे विवक्षित अर्थ आहेत ते प्रथम सांगतों.

दोन अथवा दोहोंपेक्षां अधिक पदार्थ ज्या वेळेस एकमेकांस लागून अथवा एकमेकांसहवर्तमान फिरत असतात, अथवा लागलेले नसून एकाच रीतीनें व एकाच वेगानें फिरत असतात, त्या वेळची जी त्यांची गति तीस साधारण गति असें ह्मणतात. जेव्हां पदार्थ अंतरालामध्ये एका प्रदेशापासून दुसऱ्या प्रदेशां जातो, अथवा तो दुसऱ्या स्थिर पदार्थापासून दूर जातो, किंवा त्याकडे येतो, तेव्हांची जी त्याची गति, तीस स्वतंत्र गति असें ह्मणतात. पृथ्वी स्थिर आहे असें मानलें असतां जमीन अर्थातच स्थिर झाली; तेव्हां समुद्रांतून चालणाऱ्या गलबताची जी गति ती त्याची स्वतंत्र गति आहे, असें लक्षलें पाहिजे. दोन पदार्थ चालू असतां त्यांतील एका पदार्थाच्या गतीच्या संबंधानें जी दुसऱ्या पदार्थाची गति तीस ससंबंधिक गति अशी संज्ञा देतात. जर दोन पदार्थ एकाच दिशेकडे जात असले तर त्यांची ससंबंधिक गति त्यांच्या गतींच्या वजाबाकीपासून निघत्ये, आणि विरुद्ध दिशांकडे जात असले तर त्यांच्या गतींच्या बेरजेपासून निघत्ये.

(१०५)

एकाद्या पदार्थास प्रेरणा दिली असता, तिचे कार्य कांहीं प्रतिबंधामुळे अथवा दुसऱ्या प्रेरणेच्या विरुद्ध व्यापारामुळे कुंठित होऊन तिजपासून जेव्हां चलन उत्पन्न होईनासें होतें, तेव्हां त्या प्रेरणेस दाब असें ह्मणतात; आणि या ज्या परस्परांचीं कार्ये कुंठित करणाऱ्या प्रेरणा त्या समतोल होऊन पदार्थास समतोलनांत राखितात असें ह्मणतात.

पदार्थाच्या गतीचे जें मान त्यास त्या पदार्थाचा वेग असें ह्मणतात; आणि कांहीं नियमित काळांत समान गतीनें पदार्थ जितकी जागा क्रमितो, ह्मणजे जितक्या अंतरावर जातो. तितक्या अंतरानें तो वेग मोजितात. उदाहरण—पदार्थ एका पळांत जर वीस हात चालत असला तर त्याचा वेग दर पळास वीस हात आहे असें ह्मणतात.

ज्या गतीचे मान एक सारखें असतें त्यागतीस समगति असें ह्मणतात. ज्या गतीचे मान उत्तरोत्तर वाढत जातें त्या गतीस वर्धमानगति असें ह्मणतात. ज्या गतीचे मान उत्तरोत्तर कमी होत जातें त्या गतीस क्षीयमाणगति असें ह्मणतात. ज्या प्रेरणेपासून वर्धमान अथवा क्षीयमाण गति उत्पन्न होव्ये, त्या प्रेरणेसही अनुक्रमें वर्धमान प्रेरणा अथवा क्षीयमाण प्रेरणा असें ह्मणतात.

प्रेरणा दोन प्रकारची आहे; एक सकृत्प्रेरणा,

आणि दुसरी सततप्रेरणा. ज्या प्रेरणेचा व्यापार एकवेळच घडतो ती सकृत्प्रेरणा होय; आणि जिचा व्यापार प्रतिक्षणीं पुनःपुनः घडत असतो ती सततप्रेरणा होय. जी सततप्रेरणा समान मानानें घडत असत्ये तीस समप्रेरणा असें ह्मणतात; आणि जी विषम मानानें घडत असत्ये तीस विषमप्रेरणा असें ह्मणतात.

पदार्थ चालू झाल्यावर जो त्याच्या अंगीं जोर येतो त्यास चालकत्व असें ह्मणतात. चालकत्व आणि वेग यांच्या मध्ये फार भेद आहे. एक हलका आणि एक जड असे दोन पदार्थ चालू केले असतां ते समान वेगानें चालतील, परंतु हलक्या पदार्थाच्या अंगीं चालकत्व थोडें येईल, आणि जड पदार्थाच्या अंगीं चालकत्व विशेष येईल. उदाहरण — एका लहान खडा आणि एक मोठा धोंडा हे दोनही सारख्याच उंचीवरून सोडून दिले असतां, लहान खडा जमिनीवर येऊन पडेल तो कदाचित् समजणारही नाही; परंतु मोठा दगड फार जोरानें येऊन जमिनीवर आदळेल, आणि तो खालीं पडत असतां जर एकाधा पदार्थ आड आला तर त्याचाही तो चुराडा करून टाकील. चालकत्व हें पदार्थातील प्रकृत्यंश आणि त्याचा वेग यांच्या प्रमाणानें असतें; आणि ते पदार्थाचें वजन आणि त्याचा वेग यांच्या गुणाकाराइतकें असतें. उदाहरण — बाराशेर वजनाचा

एक पदार्थ एका पळांत २० हात इतक्या वेगानें जर चालत असला तर त्याचा जोर अथवा चालकत्व, २० आणि १२ यांच्या गुणाकाराइतकें, ह्मणजे २४० होईल.

साधारण प्रेरणांच्या योगानें जी गति उत्पन्न होत्ये तिचा विचार करण्याच्या अगोदर पदार्थाचा आधार सुटून ते भूमीवर पडूं लागले ह्मणजे त्यांच्या केवळ पतनाचेंच जीं कार्ये घडतात त्यांचा विचार करितों.

चलननियम.

एका स्थानापासून दुसऱ्या स्थानाकडे जाणें, ह्मणजे स्थिरताविरुद्ध जो व्यापार त्यास चलन ह्मणतात, असें पूर्वी लिहिलें आहे; आणि दुसरी अशी गोष्ट लिहिली आहे कीं, पदार्थांच्या अंगी जडत्वरूप धर्म आहे, ह्मणून ते स्थिर असतां प्रेरणेवांचून त्यांच्या अंगी चलन उत्पन्न होत नाहीं, आणि ते चलनविशिष्ट असतां विरुद्ध प्रेरणा घडल्यावांचून त्यांस स्थिरही होतां येत नाहीं.

सर ऐझाक न्यूटन ह्मणून जो एक महाविद्वान होऊन गेला त्याणें पदार्थांची स्थिति व गति यांच्याविषयीं तीन सिद्धांत ठरविले आहेत; ते खालीं लिहिल्याप्रमाणें:—

पहिला सिद्धांत — पदार्थांस प्रेरणेवांचून आप.

ल्या अवस्थेमध्यें पालट करितां येत नाहीं - ह्मणजे तो जर स्थिर असला आणि न्यावर एकाधी प्रेरणा घडली नाहीं तर न्यास स्थिर राहावें लागतें, आणि चलित असल्यास न्यास सरळ रेषेंत समान गतीनें एकसारखें चालावें लागतें.

दुसरा सिद्धांत - चलनविशिष्ट पदार्थावर एकाधी प्रेरणा घडली असतां जो न्याच्या चलनांत फेर पडतो तो न्या प्रेरणेच्या प्रमाणांत असतो, आणि ती प्रेरणा ज्या दिशेकडे घडत्ये न्याच दिशेकडे तो फेर पडतो.

तिसरा सिद्धांत - आघात आणि प्रत्याघात हे नेहेमीं समान असतात, आणि न्यांचा व्यापार परस्पर-विरुद्ध दिशांत घडतो - ह्मणजे एक पदार्थ दुसऱ्या पदार्थावर जितक्या जोरानें आपटतो तितक्याच जोराचा दुसऱ्या पदार्थाचा धक्का पहिल्या पदार्थावर उलट बसतो; आणि पहिल्याचा धक्का दुसऱ्यावर ज्या दिशेकडून बसतो न्या दिशेच्या उलट दिशेकडून दुसऱ्याचा धक्का पहिल्यावर बसतो.

आतां या तीनही सिद्धांतांचें वेगळें वेगळें विवरण करितां. पहिल्या सिद्धांतांत तीन गोष्टींचा विचार केला पाहिजे - प्रथम, गतीच्या सातत्याविषयी; दुसरें, गतीच्या समतेविषयी; आणि तिसरें, गतीचा रोंख सरळ रेषेंत असतो याविषयी.

(१०९)

पहिला सिद्धांत - सरळ रेषेत समगति.

पदार्थांत एकदां चलन उत्पन्न झाल्यावर त्यास कशाचा प्रतिबंध झाला नाही तर तो आपल्या जडत्व रूपा धर्मांमुळे एकसारखा सतत चालू राहिल, कधी थांबायाचा नाही, परंतु आकर्षण, घर्षण, आणि हवा, यांच्या प्रतिबंधामुळे पृथ्वीवरील पदार्थांत सतत व समान गति उत्पन्न करितां येत नाही, याविषयी जो पूर्वी विचार केला आहे, त्यावरून पाहतां, चलननियमांचें स्पष्ट विवरण करायास आकाशातील पदार्थांची उदाहरणें घेतलीं पाहिजेत; कारण, त्यांमध्ये वर लिहिलेले प्रतिबंध नसल्या कारणानें सतत व समान गति सदा सर्वदां दृष्टीस पडत्ये. उदाहरण पृथ्वी - ही हजारों वर्षांपूर्वी ज्या क्रमानें व ज्या नियमानें फिरत होती त्याच क्रमानें व त्याच नियमानें सांप्रतकाळींही फिरत आहे; आणि तिच्या फिरण्यांत असा नियमितपणा व सातत्य आहे, यामुळे ज्योतिःशास्त्रवेत्त्यांस सूर्यचंद्रादिकांचीं ग्रहणेंवगैरे हजारों वर्षे अगोदर वर्तवितानें येतात.

पदार्थांस चलन प्राप्त झालें असतां त्यांनें समगतीनें सतत चालत राहावें, हा धर्म जसा त्यास स्वाभाविक आहे, तसाच पदार्थांनें निघाल्या स्थलापासून

एकेच सरळ रेषेत सतत जात राहावें हाही धर्म न्यास स्वाभाविकच आहे. आपण अशी कल्पना करावी कीं, एका पदार्थास चलन प्राप्त होऊन तो कांहीं एका वेगानें चालत आहे, व त्याच्या गमनास कशाचा प्रतिबंध होत नसून त्यास दुसरीकडे वळविण्यास त्याजवर दुसऱ्या कशाचें आकर्षणही घडत नाहीं. अशी कल्पना केली असतां आपल्या लक्षांत स्पष्ट येतें कीं, त्या पदार्थास आपल्या जडत्वामुळें सतत एकसारखें एकेच दिशेंत सरळ जात राहिलें पाहिजे; कारण कीं, त्यास ती दिशा सोडून दुसरीकडे वळण्यास कांहीं कारण दिसत नाहीं.

स्थिर पदार्थास चालू करायास जशी प्रेरणा लागत्ये त्याप्रमाणेंच चालूपदार्थास स्थिर करायासही प्रेरणा लागत्ये, असें याच सिद्धांतावरून स्पष्ट होतें. एक धोंडा घेऊन तो जर आपण फेंकला तर त्याच्या अंगां पुढें जाण्याचा झोंक येतो, आणि अशा संधीस जर एकाधा पदार्थ त्यास आडवा आला तर न्यावर तो धोंडा आपटून आपल्या आंगचें सर्व चलन त्यास दिव्याशिवाय त्याच्यानें थांबवत नाहीं. या सिद्धांतावरून दुसरी अशी एक गोष्ट फलित होत्ये कीं, गाडी एकदां चालू झाली झणजे ती चालू ठेवण्याकरितां जी प्रेरणा लागत्ये ती गाडीच्या आंगची गति आपोआप नाहींशी होऊन जाईल झणून लागत्ये असें

नाहीं, तर गाडीस रस्त्यावरील घर्षणादिकांचा जो प्रतिबंध होतो तो दूर करण्याकरितां लागत्ये, यास्तव घर्षणादिकांचा प्रतिबंध दूर होई इतक्या बेताची ती प्रेरणा असली ह्मणजे गाडी एकसारखी चालू राहत्ये, आणि रस्त्यास चढ व खडबडीतपणा जितका जितका कमी तितकें तितकें न्यावरून गाडी ओढण्यास बळही कमी पुरते.

पदार्थांच्या अंगीं एकदां चलन उत्पन्न केल्यावर त्यांचा वेग कमी होतां अथवा ते स्थिर होतां जर दृष्टीस पडले तर आपण असें अनुमान करावें कीं, त्यांच्या चलनास कशाचा तरी प्रतिबंध झाला आहे, कारण त्यांस आपल्या जडत्वरूप धर्मांमुळे आपोआप कधींही स्थिर होतां यावयाचें नाहीं. याप्रमाणेंच ज्या पदार्थांस चलन प्राप्त झालें आहे ते पदार्थ सरळ रेषेत चलन नपावतां जर वांकडे वांकडे चालू लागले तर असें समजावें कीं, त्यांचा सरळ रेषेत जाण्याचा रोंख मोडून टाकणारी अशी दुसरी एकाधी प्रेरणा त्यांवर घडत आहे.

दुसरा सिद्धांत — गमनदिशा.

या सिद्धांताप्रच्ये पदार्थांवर कांहीं एक प्रेरणा घडली असतां तो कोणत्या दिशेस जाईल याचा विचार केला आहे. यांत असें सांगितलें आहे कीं, प्रेरणा पदार्थांस

ज्या दिशेकडे लोटिन्ये त्या दिशेत तो सरळरेषेत चालू होतो. जर आपण चेंडू घेऊन वर फेंकला तर तो वरच जाईल, जर उजव्येकडून डाव्येकडे फेंकला तर तो डाव्येकडे जाईल, आणि डाव्येकडून उजव्येकडे फेंकला तर तो उजव्येकडे जाईल. या नियमांत दुसरीही एक गोष्ट सांगितली आहे की, पदार्थावर प्रेरणा जितक्यामानाची घडत्ये तितक्याच मानाची त्यास गति प्राप्त होत्ये.

वर नुकतीच एक गोष्ट लिहिली आहे की, पदार्थ चालत असतां त्याणें जर सरळ रेषेत जाण्याचा आपला रीख सोडिला तर पूर्वी ज्या प्रेरणेपासून त्यास चलन प्राप्त झालें आहे ती खेरीज दुसऱ्या एकाच्या प्रेरणेचा व्यापार त्यावर घडत आहे असें अनुमान करावें. आणि या दुसऱ्या नियमापासून असें समजतें की, पदार्थ सरळ रेषा सोडून ज्या दिशेकडे वळतो त्याच दिशेकडे ती दुसरी प्रेरणा घडत आहे. उदाहरण - आपण हातांत एक घोंडा घेऊन जर तो आडवा फेंकला तर तो प्रथम नियमाप्रमाणें सरळ रेषेत पुढें नजातां खाली उतरूं लागतो; यावरून असें अनुमान होतें की, त्या दगडावर दुसरी एक प्रेरणा घडत आहे, आणि ती खालच्या बाजूकडून घडत आहे. ही दुसरी प्रेरणा पृथ्वीचे आकर्षण होय. आतां तो दगड वाऱ्याच्या योगानें जर आणखी पश्चिमेकडे झुक-

ला तर वारा पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहात आहे असे सिद्ध होते.

पदार्थावर दोन अथवा दोहोंपेक्षा अधिक प्रेरणा जेव्हा एकदम घडतात तेव्हा तो अमुकच दिशेस जाईल हे समजायास या द्वितीय नियमाचा फारच उपयोग पडतो. जर दोन प्रेरणा पदार्थावर पूर्व आणि उत्तर या दोन भिन्न दिशांत एकदांच घडल्या तर त्या पदार्थास त्या दोहों दिशांकडे हलणजे शुद्ध पूर्वेस अथवा शुद्ध उत्तरेस एक काली जाववत नाही; तो त्या दोहोंच्यामध्ये कोणता तरी एकाधा मार्ग धरील, आणि तो अमुकच मार्ग धरील असे याद्वितीय सिद्धांताच्या आधाराने समजते. यांत सांगितले आहे की, ज्या दिशेस पदार्थावर प्रेरणा घडत्ये त्याच दिशेकडे तो जातो आणि प्रेरणा ज्या मानाची असत्ये त्याच मानाची पदार्थास गति प्राप्त होत्ये. यावरून पदार्थावर दोन प्रेरणा भिन्न दिशांत घडल्या असतां तो त्या दोहोंच्या मधील दिशेत जाऊं लागतो, आणि त्याच्या जाण्याचा झोंक जी बलवत्तर प्रेरणा असत्ये तिजकडे विशेष असतो. जर दोन्ही प्रेरणा समान असल्या तर तो अगदीं दोहोंच्या मधोमध जातो असे सिद्ध होते. प्रेरणांचे एकीकरण केले असतां हलणजे एका पदार्थावर दोन अथवा दोहोंपेक्षा अधिक प्रेरणा एकदां-

(११४)

च लागू केल्या असतां कसकशीं कार्ये घडण्यांत येतात याविषयाचे आतां सविस्तर वर्णन करितों.

प्रेरणांचें एकीकरण व पृथक्करण

यांविषयीं.

दोन अथवा अधिक प्रेरणा एक्या पदार्थावर भिन्न दिशांत घडून जें कार्य उत्पन्न होतें तें एक्या ही प्रेरणेकरून उत्पन्न करितां येतें. अशा प्रेरणेस फलितप्रेरणा असें म्हणतात. उदाहरण — एक तारुं समुद्रांतून चाललें आहे, न्यास वारा वायव्ये-कडील लागत आहे आणि पाण्याचा प्रवाह ईशान्ये-कडून नैर्ऋत्येकडे जात आहे, व वारा आणि प्रवाह यांचा जोर सारखाच आहे; तर तें तारुं थेट उत्तर वा-च्यानें स्थिर पाण्यांत चालल्याप्रमाणें नीट दक्षिणेकडे जाईल.

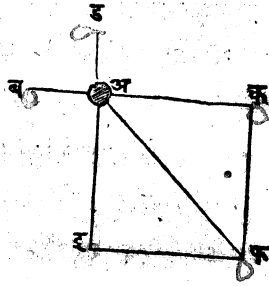
अशा प्रकारचें मिश्र चलन दाखवायाचें झालें म्हणजे तें आकृतींनीं दाखवितात; कारण त्या आकृती-च्या न्या रेघा असतात त्यांच्या योगानें प्रेरणांचीं मा-नें व त्यांच्या दिशा आणि त्यांपासून जीं कार्ये उत्प-न्न होतात तीं, या सर्वांचें स्पष्ट वर्णन करायला सांपडतें. पदार्थावर समान मानाच्या दोन प्रेरणा भिन्न दिशांत घ-

(११५)

डून जें चलन उत्पन्न होतें त्याचें उदाहरण यापहिल्या
आकृतींत दाखविलें आहे.

आकृति c

अ यागोळ्यावर ब या
ठिकाणी प्रेरणा घडून तो
क कडे चालला आहे. तो
तिकडे जात असतां त्याव-
र अ या ठिकाणी दुसरी
तेवढीच प्रेरणा घडली, ती



अशी कीं जितक्या काळांत पहिल्या प्रेरणेच्यायोगा-
नें तो अ पासून कपर्यंत गेला असता तितक्याच
काळांत ही दुसरी प्रेरणा अगदीं स्वतंत्र घडली अस-
ती तर तिच्यायोगानें तो अ पासून इ पर्यंत जाता,
पण आतां ही दुसरी प्रेरणा लागतांच अ पदार्थ त्या
दोनही प्रेरणांच्या दिशांत नजातां त्यांच्यामधील
अफ दिशेंत जातो. आणि अफ दिशेंत एकच प्रे-
रणा लावली असतां जें कार्य झालें असतें तेंच कार्य
या उभय प्रेरणांपासून उत्पन्न होतें. आतां अक
आणि अइ या रेषा बरोबर आहेत; यांच्याशीं समां-
तर अशा इफ आणि कफ या दोन रेषा केल्या अ-
सतां अकफइ हा समांतरबाजू चौकोन झाला,
आणि अफ ही त्याची कर्ण रेषा झाली. हणून
अफ या रेषेस या उदाहरणांत समांतरबाजू चौको-
नाची कर्णरेषा हणतात.

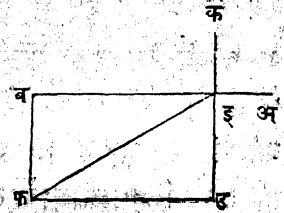
(१५६)

आतां या दोहों प्रेरणांपैकी एका प्रेरणेचा जोर अधिक आणि दुसरीचा उणा असा असल्यास खाली दर्शविल्याप्रमाणें आकृति उत्पन्न होत्ये.

या आकृतींत अ व दिशेकडील प्रेरणा क ड दिशेकडील प्रेरणेच्या दुप्पट आहे याकरितां इ ड च्या दुप्पट इ व घेऊन वर सांगितल्याप्रमाणें इ ड फ व हा समांतरबाजू चौकोन केला असतां त्याची जी इ फ कर्ण रेषा होत्ये तींत

आकृति ९

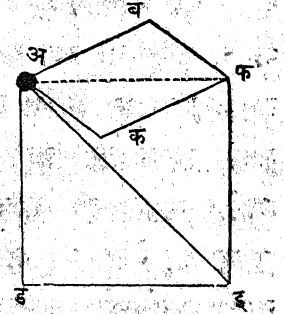
तो पदार्थ जातो, इ व आणि इ ड या दोहों दिशांकडे ज्या प्रेरणा घडतात त्यांस घटकप्रेरणा असें म्हणतात; आणि इ फ दिशेकडे जी एकच प्रेरणा उत्पन्न होत्ये तीस फलितप्रेरणा असें म्हणतात.



एक्या पदार्थावर भिन्न दिशांत जर तीन प्रेरणा

घडत असल्यातर फलितप्रेरणा पुढील रीतीप्रमाणें काढितात. यापुढील आकृतींत अ व, अ क आणि अ ड अशा तीन दिशांस तीन प्रेरणा घडत आहेत. आतां वर सांगितल्याप्रमाणें

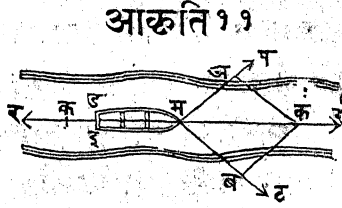
आकृति १०



तिहीं प्रेरणांशीं समान कार्य करणारी फलित प्रेरणा होईल. याप्रमाणेच एक्या पदार्थावर कितीही प्रेरणा घडत असल्या तरी त्यांची फलित प्रेरणा काढावी अशा प्रकारचे फलित प्रेरणा शोधून काढण्याचे जें कृत्य त्यास प्रेरणांचे एकीकरण असें ह्मणतात.

पदार्थावर एकच प्रेरणा घडली असतां जें कार्य उत्पन्न होतें तेंच कार्य ज्या अनेक प्रेरणांच्यायोगानें फलित होतें त्या प्रेरणा शोधून काढण्याचे जें कृत्य त्यास प्रेरणांचे पृथक्करण असें ह्मणतात. पुढें जीं उदाहरणें लिहिलीं आहेत तीं पृथक्करणाचीं होत.

नदीमध्ये ड इ म हें एक तारू आहे. तें जर प्रवाहाच्या योगानें म क दिशेकडे खाली वाहात चाललें तर प आणि ट या ठिकाणीं म अ आणि म ब या दिशांकडे ओढणाऱ्या दोन प्रेरणा लावल्या



असतां तारू स्थिर करितां येईल. म के ही रेघ र प्रवाह दाखविणारी आहे, तिच्या बराबर म के रेखा

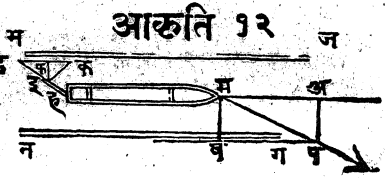


(११८)

करून वर लिहिल्याप्रमाणें चौकोन पुराकर क्षणजे म अ आणि म ब या दोन रेवा सांपडतील आणि न्या अनुक्रमें प आणि ट या प्रेरणा दर्शवितील. यावरून असें सिद्ध झालें कीं, दोन मनुष्य प आणि ट या ठिकाणीं उभे राहून म अ आणि म ब या मानाच्या प्रेरणांनीं जर न्या तारवास दोर लावून ओढतील तर ते न्या तारवास स्थिर करतील. प आणि ट या ठिकाणीं दोन खांब पुखून न्यांस जर ते दोन दोर बांधले तर म अ आणि म ब या दोन प्रेरणा आपली विरुद्ध क्रिया दर्शवितील.

दुसरें उदाहरण. न ग ज भ हा एक काल-वा आहे, यामध्यें

ह म ही एक ना-ड व आहे. तिला म प हा एक दोर बांधला आहे. आणि



न्याच्या प शेवटास घोडा लावून ती नाव अ दिशेकडे ओढीत न्यावयाची आहे.

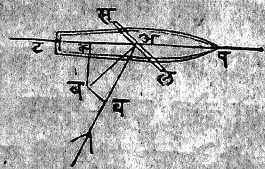
आतां या नावेवर घोड्याची प्रेरणा म प दिशेंत घडणार; आणि या प्रेरणेचें पृथक्करण केलें असतां म ब आणि म अ या घटक प्रेरणा उत्पन्न होतात. या दोन घटक प्रेरणांपैकीं म अ प्रेरणामात्र आपल्या उपयोगाची आहे. आणि म ब प्रेरणा आपल्यास

उपयोगी नसून उलटी प्रतिकूल आहे. कारण ती ना-
 वेस तिर्कस करून तिचे म टोंक न ग किनाऱ्याकडे
 आणायास पाहान्ये. ह्मणून या म व प्रेरणेचे कार्य
 नाहींसे करण्याकरितां आपल्यास कांहींतरी युक्ति
 योजिली पाहिजे. ती युक्ति अशी. नावेच्या पाठी
 मागल्या ह टोंकाकडील ह इ सुकाणू भ ज किना-
 ऱ्याकडे वळविलें. या सुकाणावर नाव पुढे चालू
 लागली ह्मणजे पाणी संत असल्यामुळे त्याची उलट
 थाप नावेच्या दिशेकडून बसत्ये. आतां ही पाण्याच्या
 थापेची प्रेरणा दाखविण्याकरितां क ड रेघ घेऊन ति-
 चे पृथक्करण केले असतां क इ आणि इ ड या घ-
 टक प्रेरणा उत्पन्न होतात. या दोहोंपैकी जी क
 इ प्रेरणा सुकाणास लंबरूपानें दाबत्ये ती मात्र आप-
 ल्या उपयोगी आहे. दुसरी इ ड प्रेरणा सुकाणार्शी
 समांतर ह्मणजे त्याच्याच दिशेंत असल्यामुळे ती नि-
 ष्फल आहे. आतां ही जी सुकाणावर क इ प्रेरणा
 घडली हिचे नावेवर किती कार्य झालें हे समजण्या-
 करितां तिचे पृथक्करण करून तिच्या क फ आणि फ
 इ या दोन घटक प्रेरणा काढिल्या, या दोहोंपैकी क
 फ ही प्रेरणा उपयोगी नसून उलटी नावेस थोडी मा-
 गें हटवायास पाहान्ये, यामुळे पुढील म अ प्रेरणेच्या
 कार्यांत कमताई पडत्ये. दुसरी जी फ इ प्रेरणा-
 ती नावेच्या मागल्या टोंकास लंबरूपानें दाबीत अस-

ल्यामुळे ती तिचें पुढील तोंड भ ज किनाऱ्याकडे वळवायास पाहून म व प्रेरणेचें कार्य कुंठित करित्ये. या दोनही विरुद्ध प्रेरणा समान झाल्या ह्मणजे त्यांचीं कार्ये परस्परें नाश पावून ती नाव नीट म अ दिशेंत जाऊं लागत्ये. परंतु या दोनही प्रेरणांचा व्यापार नावेच्या एकाच बाजूकडून घडत असल्यामुळे त्या तिला न ग किनाऱ्याकडे ढकलूं लागतात, हें बंद करण्याकरितां सुकाणूं अंमळसें अधिक तिर्कस करावें; कारण कीं नावेची लांबी व आकृति या तिला पुढें जाण्यास फार सोईच्या व बाजूस जाण्यास फार गैर सोईच्या आहेत या कारणास्तव तिला बाजूकडे जाण्यापेक्षां पुढें जाण्यास फार अल्प आयास लागतो.

दुसरी एक ट प नाव त्याच दिशेस ह्मणजे ट प दिशेस न्यावयाची आहे. तिच्या स ल शिडा वर व अ दिशेकडून तिर्कस वारा लागत आहे. आतां व अ चें पृथक्करण करून त्याच्या व व आणि व अ या घटकप्रेरणा काढिल्या; यां पैकीं व व ही प्रेरणा शिडाशीं समांतर ह्मणून ती निरुपयोगी, दुसरी व अ प्रेरणा शिडास लं-

आकृति १३



वरूपानें ढकलत्ये ह्मणून ती मात्र उपयोगी आहे. तिणें

जोर शिडावर पडतो त्यापैकी नावेस ट प दिशेस किती उपयोगी आहे हें समजण्याकरितां व अ प्रेरणेचें पृथ-
 करण करून तिच्या व क आणि क अ या दोन घ-
 टक प्रेरणा काढिल्या, या दोहोंपैकी क अ ही प्रेरणा
 नावेच्या शुद्ध पाठीकडली ह्मणून ती मात्र उपयोगी
 आहे व दुसरी व क प्रेरणा ही उपयोगाची
 नसून उलटी गलबतास बाजूकडेस ह्मणजे व क दि-
 शेसमात्र ढकलव्ये. परंतु मागील उदाहरणांत सांगित-
 ल्याप्रमाणें नावेची आकृति व मुकाण यांच्या अनु-
 कूलतेनें नावेस इष्ट दिशेस नेतां येतें. नाव जर चालत
 असली तर मुकाणाच्या योगानें तीस सभोवतें हावें
 त्या दिशेस फिरवितां येतें.

सिद्धांत तिसरा -- आघात आणि

प्रत्याघात यांविषयीं.

आघात आणि प्रत्याघात हे नेहेमीं समान असतात
 आणि ह्यांचा व्यापार परस्पर विरुद्ध दिशांत घडतो.

कोणत्या एका पदार्थाचा जो प्रहार त्यास आघात
 असें ह्मणतात. उ० विटीवर दांडूचा जो दोला बसतो तो



आघात होय. दगडानें सुपारी फोडत्येवेळेस दगडाचा सुपारीवर जो टोला बसतो तोही आघातच होय. पा-
 र्यावर वरवंच्यानें एकादा पदार्थ वाटत्येवेळेस त्या
 पदार्थावर जो वरवंच्याचा भार पडतो तोही आघातच
 होय. एक पदार्थ दुसऱ्या पदार्थावर आपटला असतां
 पहिल्या पदार्थ जितक्या जोरानें दुसऱ्यावर आपटतो
 तितक्याच जोराचा पहिल्यावर दुसऱ्याचा जो उल
 ट धक्का बसतो त्यास प्रत्याघात असें म्हणतात.

एक्या मजबूत दगडावर जर आपण घण मारला-
 तर जितक्या जोरानें तो घण त्या दगडावर आप-
 टतो तितक्याच जोराचा घणावर त्या दगडाचा उलटा
 तडाका बसतो. परंतु तो दगड हालण्यासारखा
 मात्र नसावा, कारण तसा असल्यास त्याच्या अंगीं
 चालकत्व उत्पन्न होऊन त्याचा प्रत्याघात कमी हो-
 तो. एक चेंडू घेऊन तो जर आपण भिंतीवर मार-
 ला तर भिंतीचा त्यावर प्रत्याघात होऊन तो परत
 येतो. परंतु तोच चेंडू तितक्याच जोरानें जर एका
 तावदानावर मारिला तर त्या तावदानाच्या अंगीं ति-
 तक्या जोराचा त्या चेंडूवर उलट प्रहार करण्याची
 शक्ति नसल्यामुळे तावदान फुटून जातें. या उदाह-
 रणांत जर आपण अशी कल्पना केली कीं, चेंडूची
 आघातशक्ति ४ आणि तावदानाची प्रत्याघातशक्ति
 २ आहे, तर तो चेंडू त्या तावदानास फोडून पलीकडे

तशक्तीच्या तावदानावर लागला तर तें तावदान फु-
टायार्चें नाहीं, आणि न्या चेंडूची बाकी राहिलेली श-
क्ति नाहींशी होऊन तो तेथल्या तेथें जमीनीवर प-
डेल. अशा प्रकारें आघात आणि प्रत्याघात हे समा-
नहोतात.

एक्या मनुष्याची अशी गोष्ट सांगतात कीं, न्यास
आघात आणि प्रत्याघात यांचा नियम चांगला माही-
त होता, न्यामुळें न्याणें अशी पैज मारली कीं, जर म-
ला कोणी अमुक द्रव्य देईल तर मी जमीनीवर उता-
णा निजून छातीवर ऐरण घेतों आणि ज्याला जितकी
शक्ति असेल तितक्या शक्तीनें न्याणें या ऐरणीवर
हातवडा मारला असतां मी सोशितों. अशी पैज
मारणारास ऐरणीचें ओझें सोसायाची मात्र शक्ति पा-
हिजे, तेवढी असली ह्मणजे ऐरणीवरील ठोक्यानें न्या-
स कांहीं इजा व्हावयाची नाहीं, कारण ऐरणीच्या वे-
तानें पाहिलें असतां हातवडा फार हलका याकरितां
न्यापासून न्याच्या दुप्पट चालकत्व जरी ऐरणीस आलें
तरीं तिच्या जडपणामुळें तिच्या अंगां फारच थोडा
वेग उत्पन्न होऊन समजुतीस येण्यासारखा धक्का
खालच्या मनुष्यास बसणार नाहीं. ऐरणीच्या ठि-



काणीं तिच्या वजनाचा जर एक धोंडा ठविला तर ऐ-
रणीपेक्षां न्याची स्थितिस्थापकशक्ति कमी असल्यामुळे
धक्का न्याहून ही कमी बसेल, कारण जे पदार्थ स्थि-
तिस्थापक नसतात त्यांच्या आघातप्रत्याघातांपेक्षां
स्थितिस्थापक पदार्थांचे आघातप्रत्याघात दुपटीनें अ-
धिक घडतात.

आपल्यास जमीन वगैरे पदार्थांवरून जें चालतां ये-
ते त्यास प्रत्याघातच कारण होय, कांकीं आपण चा-
लते वेळेस भुईवर आपल्या पायांचा जितका आघात
होतो तितका जमीनीचा आपल्या पायांवर प्रत्याघात
होऊन त्यांस नेट सांपडते, आणि पुढें लवकर लवकर
चालतां येते. परंतु आपण रेंतीतून अथवा चिखलांतून
चालूं लागलों ह्मणजे आपल्या पायांवर तितका प्र-
त्याघात होत नाही ह्मणून चालण्यास विशेष आयास
लागतो. हवेमध्ये जी थोडी बहुत प्रत्याघातशक्ति
आहे तिचा पक्ष्यांच्या पंखांवर व्यापार घडून त्यांस उ-
डतां येते. तसेंच पाण्यांतून माशांस ही पोहोतां येते.
खलाशी लोक वल्हीं मारून तारवें चालवूं लागले ह्म-
णजे त्या वल्हांवर पाण्याचा प्रत्याघात होऊन नावां-
च्या अंगां गति उत्पन्न होते. हवा व पाणी हीं प्र-
वाही पदार्थ असल्यामुळे ह्यांमध्ये पदार्थांस प्रतिबंध
करण्याची शक्ति कमी ह्मणून ह्यांच्यानें अप्रवाही प-
दार्थां इतका प्रत्याघात करवत नाही. खलाशी लो-

क किनाऱ्याजवळून उथळ पाण्यांतून जमीनीस कांठी टकून तिच्या नेटानें तारूं चालवूं लागले असतां तें जसें सपाट्यानें चालतें तसें तें केवळ नुसत्या पाण्याच्याच नेटानें चालत नाही. जर एक मनुष्य नावेंत उभा राहून तिच्या कोणत्या एकाद्या भागास जर जोरानें रेटूं लागला तर ती आपल्या जाग्यावरून सरकणार नाही, कारण त्या ठिकाणीं आघात आणि प्रत्याघात हे सारखे होतात. चलन उत्पन्न करण्यास जो जोर लावावयाचा तो प्रत्याघातापेक्षां अधिक असला पाहिजे, एरव्हीं चलन उत्पन्न व्हावयाचें नाही.

दोन पदार्थ समोरासमोरून येऊन एकमेकांवर आपटले आणि त्यांचा परस्पर आघात जर त्यांच्या गुरुत्वमध्याच्या रेषेंतच बरोबर घडला तर आघात आणि प्रत्याघात यांची बरोबरी कशी होत्ये हें स्पष्टपणीं समजतें, आणि जर परस्परांचा आघात त्यांच्या गुरुत्वमध्याच्या रेषेंत घडला नाही तर आघात आणि प्रत्याघात यांची समानता बरोबर प्रत्ययास येत नाही. जेव्हां आपण विटीदांडू खेळतो त्यावेळेस आपल्या पाहण्यांत येतें कीं, बरोबर विटीच्या गुरुत्वमध्यासमोर जर टोला बसला तर विटी पळ्या घेत्ये, परंतु टोला जर तशाप्रकारचा बसला नाही तर विटी तितकी लांब जात नाही. आपल्या अनुभवावरून असें समजतें कीं, हतवडावगैरे हथ्यारांचा गुरुत्वमध्य त्यांच्या आघातस्थानाच्या

रेषेत जर बराबर साधलेला असला तर त्या हव्यारा-
नी प्रहार करायाम फार सोईवार पडते. परंतु ज्यां-
त गुरुत्वमध्य बरोबर प्रहार करण्याच्या ठिकाणी
साधलेला नसतो तसल्या हव्यारांनी प्रहार करतेवेळेस
दोऱ्याचा कांही भाग हाताकडे येऊन हात झिण-
झिणाभ्यास लागतो. एक लोखंडी सळई घेऊन ति-
नें जर एकाद्या पदार्थावर प्रहार केला तर हात झि-
णझिणतो ही गोष्ट सर्वास ठाऊक आहे.

स्थितिस्थापक पदार्थांतील गतीविषयीं.

आघात आणि प्रत्याघात यांपासून वेगळ्या-
वेगळ्या जातीच्या पदार्थांवर वेगळीं वेगळीं कार्यें घ-
डतात; याविषयाच्या संबन्धानें पदार्थांचे कठीण, मृदु
आणि स्थितिस्थापक, असे तीन भाग कल्पिले
आहेत. ज्या पदार्थांचा आकार आघातानें मुळींच
बदलत नाही त्यांस कठीण पदार्थ ह्मणतात; जांचा
आकार आघातानें बदलून तसाच राहतो त्यांस मृदु
पदार्थ ह्मणतात; आणि आघात होण्याबरोबर जांचा
आकार बदलून लागलाच पूर्व स्थितीवर येतो त्यांस
स्थितिस्थापक पदार्थ ह्मणतात. पहिल्या दोन्ही-
भागांतील पदार्थांचा स्थितिस्थापकांत समावेश होत
नाहीं.

स्थितिस्थापक नव्हेत असे दोन एकसारखे पदार्थ
सारख्या वेगानें समोरासमोरून येऊन जर एकमेकां-

वर आपटले तर प्रत्येकाची पुढे जाण्याची गति बंद पडून ते दोघेही स्थिर होतात. परंतु त्यांमध्ये जर कांहीं स्थितिस्थापकता असली तर त्यांचा आघात होण्याबरोबर ते आपल्या आंगच्या स्थितिस्थापकतेच्या मानाप्रमाणे एकमेकांपासून परावृत्त होतात आणि तेणेकरून प्रत्याघाताचा प्रत्यक्ष व्यापार दृष्टीस पडतो. जे पदार्थ पूर्ण स्थितिस्थापक आहेत त्यांमध्ये, स्थितिस्थापक नव्हेत अशा पदार्थांपेक्षा, आघात प्रत्याघात दुप्पट होतात असें पूर्वी लिहिलेंच आहे.

अशा प्रकारच्या स्थितिस्थापक पदार्थांमध्ये आघात प्रत्याघात होतेवेळेस एकाची गति दुसऱ्यास कशी प्राप्त होत्ये व त्यांची परस्पर गति नाहींशी होऊन ते स्थिर कसे होतात याविषयाचा स्पष्ट बोध पुढील आकृतीवरून चांगला होईल. या आकृतीत हस्तिदंती पांच सात गोळ्या सुतास बांधून एकमेकांस लागत अशा अडकविल्या आहेत; आतां पहिल्या गोळीस एक्या बाजूस उचलून धरून सोडून दिली असता ती दुसरीवर आपटत्ये, दुसरी तिसरीवर, तिसरी चवथीवर, याप्रमाणे पुढे ही होत जाते; परंतु जरी एकमेकांवर प्रहार होतात तरी सगळ्या गोळ्या न हालतां जागच्या जाग्यावरच राहतात आणि शेवटची

(१२८)

गोळी मात्र, तिला जवळ दुसरी गोळी नसल्या कारणाने
आकृति १४

पहिली गोळी जितक्या अंतरावर नेऊन सोडून दिलेली असत्ये तितक्याच अंतरावर, पलीकडे उडत्ये. याप्रमाणेच



दोन गोळ्या एक्या बाजूस नेऊन एकदम सोडून दिल्या असतां मधल्या गोळ्या स्थिर राहून दुसऱ्या बाजूच्या दोन गोळ्या तितक्याच अंतरावर पलीकडे उडतात.

परावर्तनगति.

पदार्थास कांहीं प्रेरणा प्राप्त झाली असतां तो सरळ रेषेत एकसारखा चालत राहतो, परंतु त्याजवर जर मार्गात दुसरे एकादे प्रेरणेचा व्यापार घडला तर मात्र तो पूर्वीची चलनाची दिशा सोडून भिन्न दिशेत जाऊं लागतो, असें पूर्वीच सांगितलें आहे. या प्रमाणें एक पदार्थ सरळ रेषेत जात असतां तो दुसऱ्या पदार्थावर आपटून आपली गमनाची दिशा बदलून जाऊं लागला असतां जी न्याची गति, तीस परावर्तनगति असें ह्मणतात.

परावर्तनगतीची उदाहरणे आपल्या पुष्कळ पाहण्यांत येतात. एक चेंडू गडबडत जात असतां तो वाटेत एक्या दगडास आपटला असतां आपली सरळ दिशा सोडून देऊन तिकेस जाऊं लागतो. मुलें चपटे दगड नदीत आडवे मारून ज्या भाकऱ्या

पाडीत असतात, त्या भाकच्या दगडास परावर्तनग-
ति प्राप्त झाल्यामुळे होतात. याप्रमाणे आंबा झाडा-
वरून खाली पडतांना खांदीवर आपटला असता तो
परत उडून तिर्कस जमीनीवर येतो.

पदार्थ परावर्तन पावला असता जी दिशा ध-
रितो ती तो कांहीं एका नियमाच्या अनुरोधानें ध-
रितो, असें प्रयोगावरून सिद्ध झालें आहे.

बाजूवरील आकृतीत अ ब ही गुळगुळीत संगमरवरी

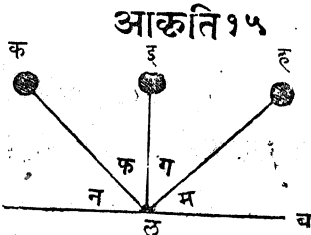
शिला आहे. हिजवर क

हस्तिदंती गोटी कई

यादिशेंत मारिली अ-

सतां ती ई ड यादिशें-

त परावर्तन पावून ति-



च्या गमनरेषेचे अ ब शिळेशीं जे ग आणि फ
कोन होतात ते अथवा ल ई लंब रेषेशीं जे म आ-
णि न कोन होतात ते परस्पर बरोबर होतात. या-

वरून दिसून येतें कीं, जो पूर्ण स्थितिस्थापक पदार्थ

आहे तो अत्यंत गुळगुळीत पदार्थावर मारिला अ-

सतां तो पतनकालीं जेवढा कोन करितो तेवढाच प-

रावर्तनकालीं कोन करितो. यावरून तो प-

दार्थ ल ई या लंबरेषेंत मारिला असतां अर्थातच

लंबरेषेंत ह्मणजे त्याच ई ल रेषेंत परावर्तन पावेल.

या लंबरेषेशीं जे पतनकालीं व परावर्तनकालीं

कोन होतात, त्या कोनास अनुक्रमें पतनकोन व परावर्तनकोन ह्मणतात.

या परावर्तन नियमाची माहिती, ढाल वगैरे पदार्थांनीं शस्त्रादिकांचे घाव चुकविण्यास फार उपयोगी पडव्ये. कोन जर फार लहान असला, ह्मणजे ढालीवर शस्त्राचा घाव जर नीट समोर घेतला तर ढालीची खराबी होव्ये, आणि जर कोन मोठा असला ह्मणजे घाव तिकंस घेतला तर ह्मणजे निसटून जाऊन बचाव चांगला होतो.

साधारण गति.

वर असें लिहिलें आहे कीं, दोन अथवा दोहोंपेक्षा अधिक पदार्थ ज्या वेळेस एकमेकांस लागून अथवा एकमेकांसहवर्तमान फिरत असतात किंवा लागलेले सून एकाच रीतीनें व एकाच वेगानें फिरत असतात त्यावेळची जी त्यांची गति तीस साधारणगति असें ह्मणतात. उदाहरण. अंतरालामध्ये पृथ्वी फिरत असतां तिच्याबरोबर तिजवरील वातावरण ह्मणजे वायूचें वेष्टन आणि बाकीचे सर्व पदार्थ तिच्याच अनुसंधानें फिरत असतात. याकरितां त्या सर्वांच्या गतीस साधारणगति असें ह्मणतात. या साधारणगतीविषयी असा एक चमत्कारिक नियम आहे कीं, ज्या मुख्य पदार्थाच्या अनुषंगानें गति उत्पन्न व्हा-

वयाची त्याच्या गमनाचा जितका वेग असतो व जी दिशा
 असत्ये तितकाच वेग न्यावरील पदार्थांच्या अंगांत
 येतो, व त्याच दिशेकडे ते सर्व गमन करितात. ह्मणजे
 असें.— पृथ्वीबरोबर गमन करणारे जे पदार्थ त्या
 सर्वांच्या अंगां, पृथ्वी जितक्या वेगानें गमन करीत
 आहे तितका वेग आलेला आहे, व ती ज्या दिशेक-
 डे जात्ये त्याच दिशेकडे त्यांचें गमन होत आहे अ-
 सें समजावें. याप्रमाणेंच गाडी तारूं इत्यादिकांचा
 वेग त्यांतील पदार्थांच्या व त्यांतील बसणारांच्या अं-
 गांत येतो, व ती ज्या दिशेकडे जातात त्याच दिशेक-
 डे त्यांतील पदार्थांचें गमन होतें. मुख्य पदार्थांच्या
 अनुषंगानें फिरणारे जे पदार्थ त्यांस साक्षात् धक्का न-
 बसतां मुख्य पदार्थांच्या अंगां जो वेग असतो तोच
 त्या सर्वांच्या अंगां येतो. ही गोष्ट प्रथमतः च-
 मत्कारिक वाटत्ये, परंतु विचारपूर्वक पाहिलें र-
 णजे, अशी गोष्ट अवश्य घटलीच पाहिजे असें ल-
 क्षांत येतें; कारण मुख्य पदार्थांस धक्का बसला अ-
 सतां तो त्याच्या अवयवांस व त्याच्या संबधानें
 राहाणाऱ्या सर्व पदार्थांस परंपरेनें एकसारखा पोंचतो.
 एकादें गलबत एक्या तासांत ५ कोस या वेगानें चा-
 लत आहे आणि त्याजवर एक मनुष्य फिरत आहे
 तर त्यास कदाचित् वाटतें कीं, मी जमीनीवर चालत
 असतां जो माझ्या अंगां वेग असतो तोच कायतो

चा जा वंग आहे, तो सर्व, त्या मनुष्याच्याहा अंगी आहे; आणि जोंपर्यंत तें गलबत चालत आहे आणि हा मनुष्य त्याच्या संबंधानें आहे तोंपर्यंत त्याच्यानें तो आपल्या अंगांतिल वेग नाहींसा करवणार नाहीं. मुख्य पदार्थाच्या अंगां जो वेग असतो तोच त्यावरील इतर सर्व पदार्थांमध्येही येतो, यामुळे त्या इतर पदार्थांची जी परस्पर स्थिति असत्ये तींत फेर पडत नाहीं, आणि याच कारणानें पृथ्वी जरी फिरत आहे तरी तिच्या पृष्ठावरील पदार्थांच्या स्थितींत अव्यवस्था होत नाहीं.

तारूं चालूं असतां डोल काठीच्या शेंड्यावरून जर एकादा मनुष्य पडला, तर तो तिच्या बुडाशीं पडतो, कारण तारूं ज्या वेगानें चालत असतें तोच वेग त्या मनुष्याच्या अंगां आलेला असतो. जर तोच वेग त्याच्या अंगां घेतनसता तर तो वरून सुटून खालीं येई तो पावेतो तारूं पुढें निघून जाऊन तो पाठीमागे पडता. आपण जर जमीनीवरून उडी मारली तर ज्या ठिकाणावरून उडी मारतो त्याच ठिकाणावर रत येतो. आपण तारवांत अथवा गाडींत बसून जात असतां जर एकादा पदार्थ आपण उंच हात करून

A

B

हाय, की ज्या एक्या मुख्य पदार्थांच्या अनुषंगानें दुसरे पदार्थ चालत असतात त्या सर्वांच्या अंर्गी त्या मुख्य पदार्थाचा जो वेग असतो तोच आलेला असतो, आणि ते खाली पडूं लागले असतां ही तो वेग नाहीसा होत नाही, ह्मणून ते खाली उतरत असतां ही त्या मुख्य पदार्थाबरोबर चालूं राहून तो ज्या दिशेकडे जातो त्याच दिशेकडे ते गमन करतात.

घोड्याच्या तमाशांत एक मनुष्य घोड्यास मंडळावर धरून घोडा भरधाव चालत असतां त्यावर आपण उभा राहतो आणि लिंबें वर फेकून तीं झेलीत असतो. या उदाहरणांत असें स्पष्ट समजून घेतें कीं, घोडा व स्वार हे ज्या वेगानें चाललेले असतात तो वेग त्या लिंबांच्या अंशांत आलेला असतो, कारण तो वेग जर घेत नसता तर तीं वर फेकल्यावर घोडेस्वार खालून निघून जाऊन तीं मागें पडतीं आणि त्या घोडेस्वाराच्या हातांत तीं परत न येतीं. घोड्यावर बसणारानें लिंबें फेकल्यावर त्यांस जर पृथ्वीच्या आकर्षणाचा व हवेचा प्रतिबंध झाला नाही तर तीं खाली न घेतां एकसारखीं सरळ रेषेत जातील.



तो पुढें फेकून दिला असा वाटतो, परंतु तो एकदां जमीनीवर आला ह्मणजे त्याची ती पुढें जाण्याची गति बंद पडून ती स्थिर होतो. या ठिकाणीं गाडीचा पुढें जाण्याचा वेग आणि पृथ्वीचें खालच्या बाजूकडे आकर्षण या दोहों भेराणांचा त्या पदार्थावर व्यापार घडून मिश्र चलन उत्पन्न होतें. गाडी चालू असतां तीतून जर आपण जमीनीवर उडी टाकिली तर जमीनीवर पोहचें तोंपर्यंत आपल्या अंगांत गाडीचा वेग असतो आणि तो जमीनीवर पोहचण्याबरोबर नाहीसा होतो. या कारणानें आपणास धक्का बसतो. जर एक्याचाल्ल्या गाडीवरून अथवा तारवावरून दुसऱ्या तितक्याच गतीनें व त्याच दिशेकडे चाललेल्या गाडीवर अथवा तारवावर उडी मारली तर धक्का बसत नाही, कारण ज्यावर उडी मारली त्याची व आपली स्थिति एक सारखीच घडत्ये.

जेव्हां एक मनुष्य जमीनीवर उभाराहून उडत्या पदार्थावर गोळी घालतो तेव्हां जिकडे जिकडे पक्षी जातो तिकडे तिकडे बंदुकीचा रोंख फिरवावा लागतो, परंतु एक तारुं जितक्या वेगानें व ज्या दिशेकडे चा-

राखी फेरवावा लागत नाही, कारण त्याच्या अंगी
 तारवाचा जो वेग असतो तो येतो, व तें ज्या दिशेस जात
 असतें तिकडेसच याचें गमन होतें. जमीनीवरून उ-
 ड्या पाखरावर निशाण मारतेवेळेस मोठी युक्ति लढ-
 वावी लागत्ये; कारण बंदुकीस जर पूर्वी पक्ष्याच्या
 अनुरोधाची गति दिलेली नसली तर तीतून जी गो-
 ळी उडत्ये, तिच्या अंगीही ती गति असत नाही,
 त्यामुळें निशाण फटकन चुकतें. परंतु पक्ष्याच्या गम-
 नाचा वेग व त्याची दिशा ही लक्षून त्याप्रमाणें जर
 बंदुकीच्या अंगी चलन उत्पन्न केलेलें असलें तर ती-
 तून गोळी सुटली झणजे ती थेट बंदुकीच्या दिशेंत
 न जातां वक्ररेषेनें पक्ष्याचा पाठलाग करित जात्ये,
 आणि निशाण चुकूं देत नाही. एक तारूं पश्चिमेक-
 डे चाललें आहे, त्यावरून जमीनीवरील एक्या स्थि-
 र पदार्थावर जर निशाण मारावयाचें असलें तर बं-
 दुकीचा राख जरा पूर्वेकडे धरून निशाण मारलें झ-
 णजे तारवाची पश्चिम गति त्या गोळींत आलेली अस-
 त्ये तिच्या योगानें ती बेतानें पश्चिमेस येऊन त्या
 पदार्थास लागत्ये आणि निशाण ही चुकत नाही.

पदार्थ फेकला असतां तो ज्या नियमानें खालीं



जाण्याची आणि दुसरी नीट खाली येण्याची. या दोन ही गति जर समान नसल्या तर तो पदार्थ वक्र रेषेनें खाली उतरतो, आणि या वक्र रेषेच्या गोलबाह्यपणाचा मुख्य भाग अगदी वरच्या अंगास असतो. यावरून फेकलेल्या पदार्थाची गति आणि चालणाऱ्या पदार्थावरून पडणाऱ्या दुसऱ्या पदार्थाची गति या एकच आहेत, आणि याचवरून दुसरें असें ही अनुमान करितां येतें कीं, सूर्य आपल्या आंसाभोंवतीं फिरूं लागल्यामुळें त्याच्या पृष्ठावरील कांहीं भागामध्यें त्यापासून उडून जाण्याची जी महा प्रबल ध्रुवोत्सारणशक्ति ती आणि तो स्थिर असतां तो भाग आपल्यापासून सोडवून उडविण्याची शक्ति, या एकच आहेत.

आतां अशी शंका येत्ये कीं, पृथ्वी फिरत असतां तिच्या अंगाचा वेग तिजवरील राहणारांवर जर येतो तर तो त्यांच्या अनुभवास कां येत नाहीं ? तर त्याचें कारण असें आहे कीं, जो पदार्थ संत चाललेला असतो त्याची गति त्याच्या सभोंवार जे स्थिर पदार्थ असतात त्यांच्या चलनावरून आपल्या लक्षांत येत्ये, ते पदार्थ जर आपल्या दृष्टीस पडले नाहींत तर ती गति अनुभवास येत नाहीं. उदाहरण—आप-

न्या खोलीबाहेर डोकावल्या बराबर किनाऱ्यावरील झाडे फिरतांना जेव्हां आपल्या दृष्टीस पडतात तेव्हां आपणास तारुं चालू आहे असें तात्काल वाटते, कारण झाडे स्थिर आहेत असें आपणास पक्कें ठाऊक असते; आणि तीं ज्यापेक्षां फिरताना दृष्टीस पडतात त्यापेक्षां तारुं चालू आहे न्यायोगानेंच असें दर्शन होतें, असें लागलेच आपल्या मनांत येतें. याप्रमाणेंच पृथ्वी संत चालत असत्ये त्यामुळे तिचें चलन आपल्या अनुभवास येत नाहीं, परंतु सूर्य व इतर तारे यांची स्थिरता पुष्कळ तऱ्हांनीं सिद्ध करितां येत्ये, ह्मणून ते फिरतां जेव्हां आपल्या दृष्टीस पडतात तेव्हां पृथ्वीच्या फिरण्यामुळे हे फिरतेसे दिसतात असें अनुमान सहज होतें.

अशा प्रकारें ज्या पदार्थांच्या आश्रयानें आपण आहों त्यांची गति आपल्या अनुभवास येत नाहीं यामुळे आपण स्थिर आहों, व जे पदार्थ वस्तुतः स्थिर आहेत तेच आपल्या विरुद्ध दिशेंत चालतात असें साधारण दृष्ट्या आपण मानितों, परंतु अशी जी अति बाह्यदृष्टीनें उत्पन्न होत्ये तिचें निराकरण विचार दृष्टीनें करावें लागतें.



पदार्थपतन-वजन.

आकर्षकत्व हा एक पदार्थाचा सांसिद्धिक धर्म आहे, आणि तेणेकरून ते परस्परांस आपआपल्याकडे ओढतात, असें पूर्वी लिहिलेंच आहे; आणि दुसरी अशी एक गोष्ट लिहिली आहे कीं, पदार्थांत प्रकृत्यंश जस-जसे अधिक तसतशी त्यांच्या अंगां आकर्षण करण्याची शक्ति अधिक आणि ती शक्ति पदार्थ जसजसे एकमेकांजवळ येतात, तसतशी वाढत जात्ये. आणखी दुसरी अशी एक विशेष गोष्ट लिहिली आहे कीं, पदार्थमात्रास व्यापून राहणारी जी ही आकर्षणशक्ति हिच्याच योगानें पदार्थ भूमीकडे ओढले जातात, आणि यामुळेच त्यांच्या अंगां ज्यास आपण गुरुत्व अथवा भार ह्मणतो तो उत्पन्न होतो. यावरून पदार्थांवर आकर्षण घडल्यामुळे त्यांची खालच्या अंगां जाण्याची अथवा चेपण्याची जी प्रवृत्ति तीसच गुरुत्व ह्मटलें पाहिजे. ही प्रवृत्ति पदार्थांचा आधार नार्ह्यासा होऊन तो जेव्हां खालीं पडूं लागतो त्यावेळीं अनुभवास येत्ये.

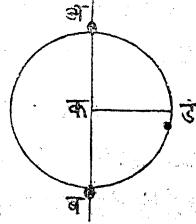
हरएक पदार्थ पतन पावतेवेळेस ज्या स्थलापासून सुटतो तेथून सरळ रेषेंत पृथ्वीच्या क म-

(१३९)

ध्याकडे जाण्याचा त्याचा रोंख असतो. (आकृति पा-
हा) याकरितां कोणत्याही

स्थलापासून पदार्थ सुटला
असतां त्याच्या गमनाची
रेषा पृथ्वीपृष्ठावर लंब हो-
ऊन ती पृथ्वीमध्यांतून पा-
र जाईल यास्तव अ आणि
ब हे दोन पदार्थ पृथ्वीच्या

आकृति १६.



समोरासमोरील दोहों बाजूंकडून पतन पावले अस-
तां ते एकमेकांकडे येतील.

जर आपण अशी कल्पना केली कीं एक प-
दार्थ आपल्या समोर पृथ्वीच्या दुसऱ्या बाजूवरून
पडत आहे तर त्याची गति आपल्या दृष्टीनें ऊर्ध्व
होईल. आणि आपल्याकडून जो पदार्थ पतन
पावतो त्याची गति पृथ्वीच्या दुसऱ्या बाजूवरील रा-
हणाऱ्यांस त्यांच्या दृष्टीनें ऊर्ध्व होईल. याप्र-
माणेंच आपल्यापासून चतुर्थांश अंतरावरून जर (ड)
पदार्थ पतन पावला तर त्याच्या गमनाची रेषा प-
हिल्या रेषांस आडवी छेकील अथवा त्यांवर लंब
होईल ह्मणजे त्यांच्याशीं काटकोन करील.

यावरून वर आणि खालीं हे शब्द सापेक्ष आ-
हेत. जें आपल्यास खालीं तें आपल्या समोरच्यांस व-
र आणि त्यांस जे वर ते आपल्यास खालीं; तर खा-

लीं आणि वर याचा निर्णय इतकाच समजायाचा कीं पृथ्वीच्या मध्याकडे (ह्मणजे खाली,) आणि पृथ्वीच्या मध्यापासून पृष्ठाकडे (ह्मणजे वर).

पदार्थ पतन पावते वेळेस तो कितीहि उंची वरून पडला तरी तो जसजसा पृथ्वी जवळ येतो तसतसा त्याचा वेग वाढत जातो. उदाहरण — पर्वताच्या कड्याच्या माथ्यावरून जर एक मोठी धोंड लोटून दिली तर प्रथम तिचा वेग हलका असतो, परंतु जसजशी ती खाली जाऊं लागत्ये, तसतसा तिचा वेग अधिकाधिक होऊं लागतो आणि सरन्या शेवटीं तिच्या अंगीं इतका जोर येतो कीं, मोठे मोठे पाषाण वृक्ष बगैरे जे कांहीं तिच्या तडाक्यांत येतात त्यांचा ती विध्वंस करून टाकित्ये, आणि तळाशीं मोंचल्यावरही आपल्या त्या वेगामुळें तेथून ती धोंड बरीच पुष्कळ लांब जाऊन मग थांबत्ये.

याप्रमाणेंच उंचावरून काकवी अथवा मध ओतूं लागलें ह्मणजे भांड्याच्या तोंडाशीं जेवढी धार असत्ये तिच्यापेक्षां खालीं ती धार बारीक बारीक होत जात्ये, तथापि काकवीच्या अथवा मधाच्या भांड्याच्या तोंडाशीं दुसरें भाडें लावलें असतां तें जितक्या वेळांत भरतें तितक्याच वेळांत तें भाडें खालीं दूर ठेविलें असतांही भरतें. याचें कारण हेंच कीं, धारेच्या वरील भागापेक्षां खालचा भाग जरी बारीक

असतो तरी खालच्या भागाचा वेग वरच्या भागापेक्षा अधिक असतो, यामुळे दोन्ही पक्षां कार्य सारिखेच होते. याच कारणामुळे आपण जोत्यावरून किंवा खुर्चीवरून उडी टाकिली असतां कांहीं इजा होत नाही, परंतु घरावरून अथवा उंच गच्चीवरून किंवा भितीवरून उडी टाकली तर, जमीनीवर पांचे तोंपर्यंत आपल्या अंगी इतका वेग येतो कीं तेणेंकरून आपण जमीनीवर मोठ्याने आडलून जाऊन आपल्या प्राणावर येऊन बेतते.

पदार्थ पतन पावत असतां जी त्याची गति वाढत जात्ये ती गणित प्रमाणानें वाढत जात्ये असें प्रत्ययास आले आहे; पदार्थ उतरत असतां असा प्रकार घडतो कीं, प्रतिक्षणी त्याच्या अंगां नवा नवा वेग उत्पन्न होऊन त्याच्या पहिल्या वेगांत एकसारखी भर पडत जात्ये आणि तेणेंकरून गणित प्रमाणें गात वाढते.

विद्वान् लोकांनीं प्रयोगद्वारा ह्मणजे प्रत्यक्ष कृति करून असें सिद्ध केले आहे कीं, धोंडा वगैरे घट्ट पदार्थ जर उंचस्थानावरून सोडून दिला तर तो पहिल्या सेकंदांत १६ फुट व १ इंच इतका खाली येतो. गणित करण्यास सोपें पडावें ह्मणून वरला एक इंच काढून टाकून पुढील रीतीनें पदार्थ अमुक काळांत अमुक चालतो असें काढतात.

पदार्थ पडूं लागल्यापासून जमीनीवर येऊन पो-

हचे तोंपर्यंत किती सेकंद होतात हे पाहावे आणि जितके सेकंद भरतील तितक्यांचा वर्ग करून त्यास सोळांनी गुणावे ह्मणजे जो गुणाकार येईल तितके फूट तो पदार्थ एकंदर चालला असे समजावे. उदाहरण — एक धोंडा वरून सोडला असता त्यास जमीनीवर यावयास जर तीन सेकंद लागले तर तिर्हाचा वर्ग ९ त्यास १६ नीं गुणिलें असतां गुणाकार १४४ येतो. या करितां तीन सेकंदांत तो धोंडा एकंदर १४४ फूट चालला, आणि जर चार सेकंद लागले तर चोर्होचा वर्ग १६ त्यास १६ नीं गुणून २५६ येतात. याकरितां चार सेकंदांत तो दगड २५६ फूट खाली आला असे समजावे. याप्रमाणें पुढेही जाणावे.

या वरील गणितावरून पदार्थ ज्या उंची वरून खाली पडतो ती उंची बराबर काढायास फार अडचण पडत्ये सरासरी जवळ जवळमात्र काढतां येत्ये; कारण पदार्थांच्या वेगळ्या वेगळ्या आकार मानाच्या अनुरोधानें त्यांस पडते वेळेस हवेचा न्यूनधिक प्रतिबंध होतो. लोकांची साधारण समजूत अशी आहे कीं, जे पदार्थ मोठे आणि जड ते जलदीनें खाली पडतात, आणि जे हलके व लहान ते अवकाशानें खाली पडतात. ही अशीच समजूत प्राचीन काळच्या विद्वानांमध्ये ग्यालिलीयोनामक इटाली देशांत महान् विद्वान् होऊन गेला तोंपर्यंत

होती. ते चालकत्वाचा वेगांतच समावेश करीन, पण ही गैर समजूत त्या पंडितानें पुढें काढून टाकिली. मागील कसें असलें तरीं असो, परंतु आतां असा सिद्धांत झाला आहे कीं, पदार्थ जड असोत अथवा हलके असोत ते एकसारख्या वेगानें खालीं पडतात. पदार्थ पडण्यास जो प्रतिबंध होतांना आपल्या दृष्टीस पडतो त्याचें कारण हवा होय. जर हवा काढून टाकिली तर जड आणि हलका असे दोनही पदार्थ बराबर जमीनीवर पडतांना आपल्या दृष्टीस पडतील. शिशाचा एक अच्छेर वजनाचा व एक छटाक वजनाचा असे दोन गोळे एका जागेवरून एक काळीं वरून सोडले असतां सारख्याच वेगानें समान काळीं खालीं पडतात. हा पदार्थापतनाचा धर्म एकसारखा असतां ही पदार्थाच्या आकारावरून पडण्याचें मान बदलतें. एक तोळाभर सोन्याची गोळी जर सोडून दिली तर ती जितक्या काळांत खालीं येईल तितक्याच काळांत एक तोळा वजनाचा सोन्याचा वर्तू करून जर सोडिला तर तो खालीं यावयाचा नाहीं, कारण कीं, एक तोळा सोन्याचे गोळीपेक्षां तें ठोकून पत्रा बनविल्यानें त्याचा विस्तार अधिक होतो, त्यामुळें हवेचा अडथळा होऊन खालीं पडण्यास गोळीपेक्षां वेळ अधिक लागतो. यावरून सच्छिद्र व रळूळ पदार्थ वरून खालीं पडत अ-

सतां घट्ट पदार्थ जितक्या वेगानें खालीं पडतात त्या-
पेशां या पदार्थांस हवेचा प्रतिबंध अधिक असल्यामुळे
यांचा पडण्याचा वेग कमी असतो. याजकरितां वा-
ताकर्षक यंत्रानें हवा काढून निर्वातस्थळ करून त्यां-
तून कोणतेही पदार्थ कशाही वजनाचे व आकाराचे
सोडून दिले तर समान काळांत समान वेगानें खालीं
पडतांना दृष्टीस पडतील. वाताकर्षक यंत्राच्या यो-
गानें एक्या काचपात्रांतून हवा काढून निर्वात प्रदेश
केला आणि त्यांत त्याच्या वरच्या बाजूस गळा सा-
रखा आंकडा ठोकून त्याच्या एका कडीवर पंख आ-
णि दुसऱ्या कडीवर रुपया ठेवून एक्या वेळींच ते दो-
न्ही पदार्थ खालीं सोडून दिले तर त्या निर्वात प्रदेशाच्या
तळाशीं ते सारख्या वेगानें एक काळींच येऊन प-
डतील. यावरून स्पष्ट दिसून येतें कीं, जर हवेचा
प्रतिबंध नसेल तर एक पिशवीभर पंख आणि तेव-
ढ्याच पिशवीभर रुपये पाहिजे त्या उंच ठिकाणाव-
रून सोडून दिले तर त्या दोन्ही पिशव्या समान वे-
गानें समान काळीं खालीं येऊन पडतील.

पदार्थांत प्रकृत्यंश जितके अधिक तितकें त्यां-
च्या अंगीं गुरुत्वाकर्षण अधिक असतें, हें पूर्वींच
सांगितलें आहे. यावरून असें कळून येतें कीं,
आपण ज्या पृथ्वीवर राहतों ती पदार्थ मात्रास आ-
कर्षण करीत असते ह्मणून त्यांच्या अंगीं वजन हा

कार व न्याच निरानराळ दाढ्य असल्यामुळ न्याच्या अंगी आकर्षणशक्ति न्यूनाधिक असत्ये, आणि या-
जकरितां निरनिराळ्या पदार्थांचें वजन ही निरनि-
राळें असतें. आपल्या पृथ्वे शेराचें वजन सूर्याचे
पृष्ठावर २७ शेरांहून जास्त भरेल आणि तेथें पदार्थ
पहिल्या सेकंदांत ४३४ फूट पडेल. तसेंच आपल्या
पृथ्वील शेर वजनाचा पदार्थ बृहस्पतीच्या पृष्ठावर सुमारे
२ $\frac{१}{२}$ अडीच शेर भरेल; आणि तोच पदार्थ चंद्राच्या
पृष्ठावर सुमारे तीन छटाकच भरेल.

पदार्थ पृथ्वीवर पडत असतां दर एक सेकंदांत
त्याचा वेग अधिकाधिक होत जातो. तसेंच पदार्थ
पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून वर फेकला असता त्याचा
वेग ह्याच प्रमाणातें कमी कमी होत जाऊन शेवटी
शून्यवेग होई तोंपर्यंत वर चढून तेथें किंचित् थांबल्या-
सारखा होऊन पुनः न्याच्या अंगचा वेग वाढत वा-
ढत तो खाली येऊं लागतो. पदार्थ वर फेकला अस-
ता ज्या ज्या ठिकाणी जेवढा न्याच्या अंगी वेग असतो
तेवढा वेग त्या त्या ठिकाणी तो पदार्थ खाली येत अस-
ताही असतो. हा जो नियम सांगितला तो पदार्थास



हवेचा प्रतिबंध होतो तो हिशेबांत न धरिला असतां मात्र खरा आहे, परंतु वस्तुतः पाहिले असतां पदार्थ वर जाण्यास निघतो न्याक्षणी जो त्याचा वेग असतो न्यापेक्षां तो पदार्थ परत न्यास्थळीं येऊन पोचतो न्या क्षणीं हवेच्या प्रतिबंधामुळे त्याचा वेग कमी होतो.

प्रक्षिप्त पदार्थाविषयीं नियम.

प्रेरक शक्तीनें पदार्थ फेकले असतां त्यांस प्रक्षिप्त पदार्थ असें म्हणतात, व ते खाली पडत असतां वक्ररेषेनें पडतात. त्यांचा सरळ जाण्याचा रोख असून पृथ्वीच्या आकर्षणामुळे त्यांच्या अंगीं वक्रगति उत्पन्न होत्ये, व ही वक्रता प्रेरक शक्तीशीं प्रमाणांत असत्ये. ही गोष्ट ह्या पुढील उदाहरणावरून चांगली समजेल. तोफेंतील गोळा बाहेर पडला म्हणजे त्याचा रोंस समोर जाण्याचा असतो, परंतु त्यावर पृथ्वीचे आकर्षण घडते ह्यामुळे तो वक्ररेषेने खाली पडतो. तसेंच हातानें धोंडा फेकला असता तोही त्याच प्रमाणे जातो. तसेंच एक मोठें पंचपात्र तोंडीतोंड पाण्यानें भरून त्याचे

(१४७)

वाजूस क आणि ड हीं दोन भोंकें एक खालीं व एक वर अशीं पाडिलीं तर आकृति १७ पंचपात्राच्या तोंडाजवळचें जें ड भोंक त्यांतून पाण्याची धार पंचपात्रापासून जितक्या अंतरावर पडेल त्यापेक्षां त्याच्या खालच्या क भोंकांतून निघणारी धार अधिक अंतरावर पडेल; ह्मणजे तिची वक्रता कमी होईल. याचें कारण हेंच कीं पंचपात्राचे वरच्या भोंकाचे सपाटीवर वरील पाण्याचा दाब जितका पडतो त्याहून खालच्या भोंकावर वरील पाण्याचा अधिक दाब पडतो. आपण चूळ तोंडांतून टाकतो तेव्हां जसजसा जोर करावा तसतशी चूळ लांबवर जाऊन वक्राकृतीनें खालीं पडत्ये. मुलें पोण्याच्या पानाच्या मागें लांब दांडा असतो तो घेऊन त्या पोकळ नळीवरचा पानासुद्धां थोडा भाग कापून टाकितान व बुडाकडील भाग कायम ठेवून त्याच्याजवळ एक छिद्र पाडून दुसरें वर कांहीं अंतरावर पाडतात. मग ती नळी उभी करून नरसाळ्या सारिली पानाची कळी तिच्या तोंडाशी लावून तींतून भांड्यानें पाणी ओतितान, त्यावेळीं जसजसें जलदीनें अथवा जोरानें मूल वरून पाणी ओतितें तसतशा त्या छिद्रांतून पाणी बाहेर पडतांना त्याच्या विक्राकृति लहान मोठ्या होतात.



तसेच पिचकारी पाण्याने अथवा रंगाने भरून जसजशी जोराने उडवावी तसतशी तिची धार दूर दूर जात्ये व त्या त्या मानाने तिची वक्रता ही कमी कमी होत असत्ये. एक अर्धकोस पल्ल्याची आणि दुसरी एक कोस पल्ल्याची अशा दोन बंदुका एककाळी एक्याच जाग्यावरून जर आडव्या सोडल्या तर त्यांतील गोळ्या बराबर जमीनीवर येऊन पडतील. एक अगोदर आणि एक मागून अशा पडणार नाहीत. तात्पर्य त्या दोन गोळ्या कोणत्याही दिशेकडे कशाही वेगाने सोडा, त्या सारख्या उंचीवरून खाली पडल्या असतां समान काळांत जमीनीवर येऊन पोचतात. याचें कारण हें आहे की, पृथ्वीची आकर्षणशक्ति त्या दोहोंगोळ्यांवर एकसारखी घडत्ये अधिक उणी घडत नाही. यावरून एक गोळा एक्या उंच बुरुजावरून जर लंबरेपेंत खाली सोडून दिला आणि दुसरा गोळा जर त्या बुरुजावरून एक अथवा दोन कोस आडवा उडविला तर ते दोन्ही गोळे एक्या वेळीं जमीनीवर येऊन पडतात.

जर गोळे अथवा दुसरे पदार्थ दूर पल्ल्यावर फेकायाचे असले तर ते उंचावरून फेकावे क्षणजे ते पल्ल्या अधिक घेतात. कारण तसे फेकले असतां आकर्षणशक्तीचा तादृश अवरोध न होतां तीपासून

गणशक्तीचा प्रतिबंध होतो. आणि अशा प्रकारे वर जाऊन पुनः जेव्हा खाली येऊं लागतो तेव्हा आकर्षणशक्तीच्या योगाने जी न्याची गति ज्ञाह्ये तिचे प्रमाण प्रथम वर उडत्येवेळेस प्रतिबंध जितक्या सानाचा झाला होता न्यापेक्षां कमी पडते. सबब उंचून उडविल्यापासून जितक्या पछ्यावर जातो तितक्या पछ्यावर खालून उडविल्याने जात नाही.

युद्धामध्ये कोणत्या एका शहरावर गोळ्यांचा भडिमार करायचे वेळेस युद्ध चालिवण्याचे कामात जे कुशल सेनापति असतात ते उंच जागा रोंखून तेथून गोळे सोडतात.

या वरील लिहिण्यावरून असे सिद्ध झाले की, प्रक्षिप्त पदार्थावर दोन प्रकारची गति उत्पन्न होत्ये. पदार्थ आडवे फेकले तर एक आडवी, आणि दुसरी पृथ्वीच्या आकर्षणाची उभी. या दोन्ही गति विषम असतात; न्या दोहोंचा वेग सारखा नसतो. आडवी जी गति असत्ये ती समान असत्ये, परंतु उभी जी गति असत्ये ती पदार्थपतनाविषयी जी आकर्षणशक्तीचा वर नियम लिहिला आहे न्याप्रमाणे पाहतां वरचेवर वाढत असत्ये. या



कारणामुळे प्रक्षिप्तपदार्थास वर लिहिल्याप्रमाणे धनु-
 ष्याकार गति प्राप्त होव्ये. आणि धनुष्याकार गतीचे
 मंडल पदार्थाचा पुढे जाण्याचा जो वेग न्याच्या अ-
 नुरोधाने पडते, क्षणजे पुढे जाण्याचा वेग जर अ-
 धिक असलातर ते मंडल मोठे पडते, आणि कर्मा
 असल्यास लहान पडते. उदाहरण - एकदा उंच
 जाण्यावरून पांच कोस गोळा उडे अशी शक्ति यो-
 जून एक तोफ उडविली तर त्या गोळ्याचे जेवढे
 उतरते मंडल पडते, त्यापेक्षा दहा कोस उडविले-
 ल्या गोळ्याचे फार मोठे पडते, आणि याप्रमाणे
 जर आपण त्या गोळ्याची पुढे उडण्याची शक्ति वा-
 दवीत गेलों तर तो पृथ्वीप्रदक्षिणा करील. आणि
 त्याचा गमनमार्ग शुद्ध वर्तुळाकार बनेल.

आतां या गोष्टीवरून सूर्याभोवतीं ग्रह व-
 र्तुळाकार प्रदक्षिणा कां करितात याचे कारण सां-
 गतां येईल. त्यांची आकाशांत पुढे जाण्याची
 जी मूळची शक्ति व गुरुत्वाकर्षणशक्ति या दोहों-
 च्या योगाने त्यांस वर्तुळाकारगति प्राप्त हो-
 व्ये. आणि ध्रुवोत्सार प्रेरणा व ध्रुवाकर्षक प्रेरणा या
 दोहोंच्या योगाने आपआपल्या कक्षांत फिरतात. आ-
 णि त्या दोन्ही प्रेरणा सारख्या नसल्यामुळे त्यांच्या
 कक्षा बराबर वर्तुळ पडत नाहींत दीर्घ वर्तुळाकार
 पडतात. आतां ध्रुवोत्सार आणि ध्रुवाकर्षक प्रेरणांच्या

(१५१)

शक्ति बरोबर समजणें हें गणित विषयाचें काम आहे.
ह्याकरितां हा विषय ग्रहगणितामध्ये पहावा.

गुरुत्वमध्याविषयीं.

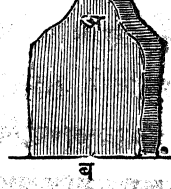
वर असें लिहिलें आहे कीं, पदार्थांवर जें पृ-
थ्वीचें आकर्षण घडतें त्याचा व्यापार पदार्थांच्या
आकारमानाच्या ह्मणजे लांबी रुंदीच्या अनुरोधानें
घडत नाहीं, तर त्यांतील प्रकृत्यशांच्या अनुरोधानें
घडतो. पृथ्वी बहुतेक गोलाकार आहे, यामुळें
तिचें आकर्षण मध्यापासून सर्वत्र सारखें घडतें; असें
सहजें तशीं चिता नाहीं, आणि तिजवरील पदार्थां-
शीं तिची तुलना केली असतां ती फारच मोठी आहे
ह्मणून तिच्या मध्यापासून सरळ रेषांनीं पदार्थांवर
आकर्षण होत असतांहीं, तें समांतर रेषांनीं होत आहे
असें भासतें. पातळ पदार्थांतील प्रकृत्यंश एकमे-
कांस अगदीं चिकटून गेलेले नसतात, या कारणानें
पृथ्वीच्या आकर्षणाचा व्यापार त्यांचे प्रत्येक प्रक-
ृत्यंशावर घडून ते तिच्या मध्याकडे अतिसखल
जागीं जाऊन स्थिर व्हावयास पहातात. परंतु घट्ट

पदार्थांत दुसऱ्याच तऱ्हेचा व्यापार दृष्टीस पडतो. त्यांत जे प्रकृत्यंश असतात ते स्नेहाकर्षणाच्या योगानें एकमेकांशीं अगदीं चिकटून गेलेले असतात, त्यामुळें घट्ट पदार्थांतील प्रत्येक परमाणूवर आकर्षणाचा व्यापार घडत नाहीं; परंतु ते सर्व परमाणू ज्या एका मध्याभोंवतीं लागून राहिलेले असतात त्यावर आकर्षणाचा व्यापार घडतो असें कल्पिलें ह्मणजे सर्वांवर घडल्याचें कार्य होतें. अशा मध्यास गुरुत्वमध्य असें ह्मणतात.

प्रत्येक घट्ट पदार्थांत गुरुत्वमध्य असतो, आणि त्या मध्यावर तो पदार्थ कसाही धरला असतां सारख्या तोलावर सहतो. आणि तो मध्य, जसा पाण्यांतलें प्रकृत्यंश अतिसखल जागीं खालीं जावयास पाहतो, त्याप्रमाणेंच खालीं जाऊन राहावयास पाहतो, कारण ज्या पदार्थाखालीं टेकूं लावला असतो त्या पदार्थाच्या गुरुत्वमध्यास मात्र खालीं जाववत नाहीं, वादोळे, चौरस, अथवा समभुजाकृतीचे जे सुघटित आणि समान दाढ्यांचे पदार्थ आहेत त्यांच्या मध्यांतच गुरुत्वमध्य असतो.

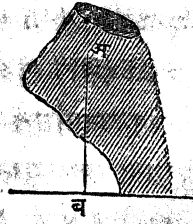
जे पदार्थ वेडे वांकडे असतात, किंवा ज्यांस दुसरे दोन तीन पदार्थ जोडलेले असतात त्यांचा गुरुत्वमध्य काढायाचा असल्यास ते ज्या भागावर धरले असतां समतोल राहातात तो भाग शोधून काढावा, ह्मणजे

पासून पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर
लंब पडे अशी एक रेषा काढ-
ली अशी कल्पना करुन
ती रेषा जर त्या पदार्थाच्या



पायाच्या दोहों शेवटांच्या मध्यभागी पडली, तर तो प-
दार्थ जमीनीवर स्थिर उभा राहील असे समजावे. या-
वरील आकृतीत अ हा पदार्थाचा गुरुत्वमध्य आहे,
आणि त्यापासून जी रेषा काढली ती, बवर्षी मि-
ळून पायांच्या दोहों शेवटांच्या मध्ये पडत्ये, यामुळे
असल्या आकृतीचे पदार्थ आतां ठेवले आहेत असे
ठेवले असतां जमीनीवर उभे राहातात, बाजूवर झु-
कून खाली पडत नाहीत. परंतु गुरुत्वमध्यापासून
ओढलेली रेषा जर पदार्थाच्या पायाच्या कोणत्या ए-
का शेवटाच्या बाहेर पडली, तर तो पदार्थ आप-
ल्या पायांवर उभा न राहतां आकृति १९

उलथा पडून त्याच्या गु-
रुत्वमध्यापासून काढलेली रे-
षा पायांत पडे अशा स्थिती-
त येईल. (आकृति १९)
या आकृतीत अ या गुरुत्वम-



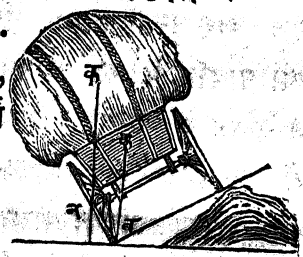
ध्यापासून काढलेली रेषा पायाच्या बाहेर व स्थला-
वर पडत्ये याकरिता असला पदार्थ उभान राहतां
आडवा जमीनीवर पडेल.

घरें, देवळें व उंच उंच मनोरे बांधतेवेळेस वरील नि-
यम लक्षांत ठेविला पाहिजे, ह्मणजे त्यांचा पाया इत-
का रुंद ठेविला पाहिजे कीं, त्यांच्या गुरुत्वमध्यापा-
सून जर पृथ्वीपृष्ठावर एक लंब रेषा केली तर ती
त्या पायांत येईल. याप्रमाणेंच गाड्यांत ओझीं भर-
ते वेळेस व बग्या, शिग्राम वगैरे वाहनांत माण-
सें भरतेवेळेसही त्यांच्या गुरुत्वमध्यापासून ओ-
ढलेली रेषा त्यांच्या पायांत पडे अशा बेतानें भरलीं
पाहिजेत, ह्मणजे त्यांस धोंका पोंचायाचा नाहीं. परं-
तु या नियमाकडे लक्ष न ठेवतां, गाड्यांमध्ये ओझीं
इतकीं वरपर्यंत घालतात आणि त्यामध्ये माणसें इत-
कीं भरतात कीं, जरा त्या कलत्या होण्याबरोबर गु-
रुत्वमध्यापासून काढलेली रेषा पायाच्या बाहेर पडू-
न त्या उलटतात, आणि त्यांनील माल नाजूक अस-
ल्यास फुटून जातो, आणि बसणाऱ्यांचे हात पाय मो-
डतात, आणि कधीं कधीं ते प्राणासही मुकतात. या
सर्व उदाहरणांत चुकी एवढीच होत्ये कीं, सामान व-
रवेरीं भरल्यापासून व माणसें गाडीच्या अड्यावर ब-
सविल्यापासून गुरुत्वमध्य वर चढला जातो, आणि
जरा गाडी कलली ह्मणजे त्यापासून काढलेली रेषा

रा पुराविल आहे. आणि माफक ओझे भरल्यामु-
 लें गुरुत्वमध्यापासून जी लंब रेषा पडत्ये ती व वर-
 वेरी ओझे भरल्यामुळें जी पडत्ये ती अशा दोन क व
 आणि क न या रेषा अक्ष-
 रांनी दाखविल्या आहेत.

आकृति २०

यावरून असे समजतें की,
 वरवेरी ओझे भरलें नाहीं
 तर गुरुत्वमध्यापासून के-
 लेली लंब रेषा चाकांत



पडून गाडी उलटत नाहीं, आणि वरपर्यंत भर-
 ली असतां गुरुत्वमध्य वर चढून न्यापासून केलेली
 रेषा चाकांच्या बाहेर पडून गाडी उलटत्ये. आ-
 लीकडे सर्व ओझे तळीं रहावें अशी युक्ति कि-
 न्येक गाड्यांत काढली आहे, ज्यामुळें बहुतेक उल-
 टण्याचें भय नाहींसें झालें आहे.

पदार्थांचा गुरुत्वमध्य ठिकाणी नसला ह्मणजे
 पदार्थ उलथतात. ही गोष्ट लहान मुलांस ठाऊक नस-
 ल्यामुळें तीं खुरच्या वगैरे वरून पडून आपणास दु-
 ख्रापत करून घेतात. पुढील आकृतीत एक मुलगा खु-
 रचीवर उभा राहून तिच्या पाठीवर ओणवा पडला



असें दर्शविलें आहे. आतां जोंपर्यंत न्याचा व खुर्ची-
चा साधारण गुरुत्वमध्य ह्मण- आकृति २१
जे अ पासून निघालेली रेषा
व वर पडत्ये तोंपर्यंत न्यास
धोंका नाही; परंतु तो जरा
अधिक ओणवला ह्मणजे ला-
गलीच ही रेषा पायाच्या प-
लीकडे क वर पडून न्याचें खा-
लीं डोकें वर पाय होतात.



क व

जे लोक दाखवणारे पिऊन झिंगतात, ते चालूं ला-
गले ह्मणजे न्याचा तोल इकडे तिकडे जात अ-
सतो; कारण त्यांमध्ये जो गुरुत्वमध्य अस-
तो त्याची वरचेवर चलबिचल होत असते. आ-
पण चालत असतां जर एकाएकी आपण पडत
आहों असें आपणास वाटलें तर लागलेंच आ-
पण आपला हात पुढें करून अथवा उलटें झुकून
आपला तोल संभाळतां, याप्रमाणेंच भोरपीलोक जे-
व्हां नाड्यावरून चालतात तेव्हां हातामध्ये एक मोठा
दोहोंकडांस वजनें लावलेला वासा घेतात, आणि ज्या
बाजूकडे न्याचा झोंक गेला असें न्यांस वाटतें त्या-
च्या उलट्या बाजूस तो वासा झुकवून आपला तोल
संभाळतात. जे भोरपी फार कुशल असतात ते
वासा न घेतां शुद्ध हातांवर आपला झोंक संभाळतात.

पदार्थांच्या गुरुत्वमध्यापासून काढलेली लंब

अरुन जलदान फिरत जाते असतात धुवोत्सारणे
 रणा न्या पदार्थांच्या तोलास ओढून धरीत असत्ये,
 त्यामुळे घडते. ह्यास उदाहरण - गाडीचे रिकामे
 एकच चाक सडकेवरून लोटीत नेतात त्या वेळी हा
 प्रकार चांगला ध्यानांत येतो. पुढे धुवोत्सार प्रेरणे-
 च्या विषयांत फिरणाऱ्या पदार्थांचा विशेष विचार
 केला आहे त्यांत ह्या वरील गोष्टीचे विशेष विवरण
 केले आहे.

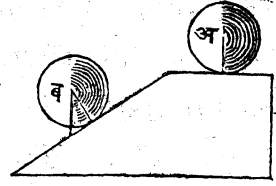
कित्येक देवळे अथवा भिती झुकून त्यांच्या गु-
 रूत्वमध्यापासून केलेल्या लंब रेषा पायाच्या बाहेर
 जरी पडल्या; तरी त्या शेंकडों वर्षेपर्यंत पडत नाहीत;
 याचे कारण असे आहे की, स्नेहाकर्षणाच्या योगाने
 त्यांचे भागांस जमीन खूप बळकट ओढून धरून त्यांस
 पडू देत नाही.

पदार्थांचा गुरुत्वमध्य सदां सर्वदां त्यांतच नसतो.
 उदाहरण, अंगठीचा गुरुत्वमध्य अंगठींत नसतो, तर ति-
 च्या वर्तुळाचा जो मध्य त्यांत असतो. आणि ती
 जर लांबोडी असली तर तसल्या आकृतीचा ज्या ठि-
 कार्णां मध्य त्या ठिकार्णां असतो. याप्रमाणेच नगाऱ्या-
 चा गुरुत्वमध्य नगाऱ्यांत नसतो तर त्याच्या आं-



तील पीकळींत असतो, आणि त्या मध्यांत ह-
वेखेरीज दुसरा पदार्थ नसतो. आकृति २२

जर अ एक वाढोळा पदार्थ
सपाट जमीनीवर ठेविला,
तर तो तीवर स्थिर राहातो;
कारण त्याच्या गुरुत्वमध्या-
पासून एक लंब रेषा ओढली



असता ती, तो ज्या बिंदूवर स्थिर असतो त्यावर प-
डत्ये. आणि तोच अ गोळा उतरत्या जमीनीवर
ठेविला, तर ती लंबरेषा त्या बिंदूवर न पडून पुढे
पडत्ये, तेणेंकरून तो स्थिर न राहतां खालीं गरडाळू-
न येतो, आणि सपाट जागा सांपडे तोंपर्यंत त्यास
स्थिर होतां येत नाहीं.

सहा फूट लांब, सहा फूट रुंद, आणि सहा फूट
जाड अशी जर एक लोखंडी कांब असली, तर तिचा
गुरुत्वमध्य बराबर तिच्या मध्यभागी पडेल; कारण
त्या ठिकाणीं जर तिला आधार दिला तर ती सम-
तील राहते.

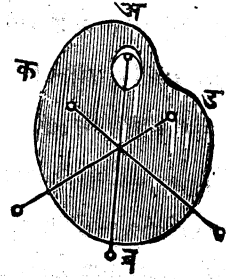
जर लोखंडी कांबीच्या एका टोंकास एक व-
जन अडकविलें तर तिचा गुरुत्वमध्य बराबर मध्या-
वर येत नाहीं, तर जें जड टोंक असतें तिकडे जातो,
आणि जर दुसऱ्या टोंकास तितकेंच वजन लाविलें
तर तो पुनः मध्यावर येतो.

हा जो वर नियम लिहिला याचें स्पष्टीकरण पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या उदाहरणांत चांगलें करितां येतें. वर असें लिहिलें आहे कीं, सूर्याच्या आकर्षणामुळें पृथ्वी त्याच्या भोंवतीं प्रदक्षिणा करित्ये; परंतु पृथ्वीचा मध्य, जो सूर्या भोंवतीं फिरायाचा, तो न फिरतां पृथ्वी आणि चंद्र यांचा गुरुत्वमध्य त्याच्या भोंवतीं फिरतो. याचें कारण वरील कांबीच्या उदाहरणावरून चांगलें सांगतां येईल. आपण असें कल्पूं कीं, पृथ्वी आणि चंद्र ह्यांमध्ये जें परस्पर आकर्षण घडतें तें लोखंडी कांबीच्या स्थानीं होय, आणि त्या कांबीस एकीकडच्या टोंकास पृथ्वी आणि दुसऱ्या टोंकास चंद्र, जो पृथ्वीचा १/२ वा भाग आहे, तो असे दोन गोळे होत. ह्यामुळें पृथ्वी आणि चंद्र ह्यांचा गुरुत्वमध्य त्यांच्या मध्यबिंदूंच्या मधील रेषेच्या कोणत्या तरी एका बिंदूंत असतो. वास्तविक ह्मटलें तर हा बिंदु पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून आंतल्या अंगास फारसा दूर नसतो. ह्मणून जरकरितां सूर्याचें पृथ्वीवरील आकर्षण वाढून ती सूर्यावर जाऊन पडूं लागली तर हाच गुरुत्वमध्यबिंदु थेट सूर्याकडे जाऊ लागेल.

अस्ताव्यस्त आकृतीच्या पदार्थाचा गुरुत्वमध्य काढावयाचा झाल्यास, त्यास अनुक्रमें दोहीं चोहीं बाजूंकडून लोंबवून, त्या प्रत्येक बाजूपासून पडणारी लंब रेषा एकाच बिंदूंतून जाते कीं नाहीं हें पहावें

(१६०)

हणजे झालें. त्या लंबरेषा ज्या एका बिंदूतून जा-
वात तो त्या पदार्थाचा गु आकृति २३
रुत्वमध्य असें समजावें. उ-
दाहरणार्थ आपण पुढील क
आकृतीचा पदार्थ घेऊं. हा ड
पदार्थ अ बिंदूवर टांगला
असतां त्याच्या पडण्याचा



कल अब रेषेंत होईल. मग डपासून टांगला असतां त्या-
च्या पडण्याचा कल दुसऱ्याच एका रेषेनें होईल, आ-
णि ती रेषा अबस कापील, ह्या दोन रेषा ज्या बिंदूत
एकमेकींस कापतात तो गुरुत्वमध्य होय. टांगण्याचा
तिसरा एकादा बिंदु क जरी घेतला, तरी वरील पदा-
र्थाच्या पडण्याच्या कलाची रेषा त्याच बिंदूत दुस-
ऱ्या रेषांस कापील; आणि अशाप्रकारें टांगण्याचा
दुसरा कोणताही बिंदु घेतला तरी हीच गोष्ट घडेल.
जेव्हां अशी गोष्ट घडत नाही, तेव्हां आपले टांगून
घरण्यांत कांहीं दोष आहे, असें समजावें.

जीवरूप व मूलरूप सृष्टीतील नानातःह्यांच्या
पदार्थांची रचना करण्यांत, गुरुत्वमध्य असा बराबर
साधलेला असतो कीं, सर्व भाग समतोल राहून त्यां-
ची बनावट खूप मजेदारीची असते. प्रत्येक जनावरा-
स आपल्या अवयवांवर आपला तोल संभालितां ये-

मन गुरुत्व नियमाच्या विरुद्धही होतें; उदाहरण-
माशा घराच्या तक्तपोशीवरूनही चालत असतात;
परंतु अशा स्थळीं प्राण्यांनीं नपडावें झणून बुसऱ्या
काहीं शक्तीची योजना केली आहे.

पदार्थांचें सौंदर्य त्यांच्या अवयवरचनेवर असतें;
जो अवयव ज्याठिकाणीं जेवढा असावयाचा तेवढा त्या
ठिकाणीं असला, आणि त्याची ठेवण बेताबाहेर नसली
झणजे त्या पदार्थास आपण सुरेख असें झणतो. घराच्या
भिती व घराचे खांब हे वांकडेतिकडे नवसतां जेव्हां
तंतोतंत सरळ बसतात, तेव्हां ते नदरेंत भरून मोठे सुंदर
व खुबीदार दिसतात. आपणास असें वाटतें कीं कलता
पदार्थजणोकाय सृष्टिनियमविरुद्ध वागत आहे, सौंदर्या-
विषयां अशी जी साहजिक बुद्धि होऊन गेली आहे
तीमुळे गंवडी घरवगैरेच्या भिती घालतेवेळेस त्या-
सुती होत चालल्या आहेत किंवा नाहींत हें पाहा-
ण्याकरितां वारंवार ओळंबा लावून पाहातात. ह्या
स्थळीं भितीच्या भक्कमपणाकडे आपलें लक्ष्य द्याव-
याचें नाहीं,



आंदोलकाविषयी.

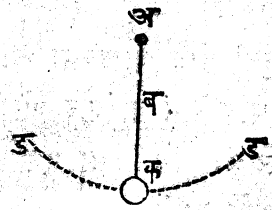
ज्या आकर्षणशक्तीच्यायोगे पदार्थ पतन पावतात, त्याच शक्तीच्यायोगे, त्यांस एका दोरीने, तारेने किंवा पटीने एका बिंदूवर लोंबत ठेवून एका बाजूस सरसावून सोडून दिले असता, ते झोंके खात राहतात. अशात=हेने लोंबत ठेवलेला जो पदार्थ त्यास आंदोलक असें म्हणतात.

आंदोलकांत एक धातूची तार असून, तिच्या खालच्या टोंकास एक पितळेचा अथवा दुसऱ्या धातूचा जड गोळा अडकविलेला असतो. आंदोलक झोंके खाऊं लागला असता त्याचा गोळा जो मार्ग क्रमितो तो धनुष्याकृति असतो.

पुढील आकृतींत अगदी सावा आंदोलक दाखविला आहे. तो ज्या बिंदूवर लोंबत राहतो तो अ बिंदू आहे. ब ही तार आहे. क हा चपटा धातुसय गोळा आहे. हा मळ-

आकृति २४

सूत्रानें ब तारेस अडकविला आहे, आणि ती मळसूत्राच्या योगानें तारेवर, वरखाल करितां येतो; आणि ड ड हा तो गोळा ज्या मार्गानें झोंके



खातो तो धनुष्याकृति मार्ग आहे. जेव्हां आंदोलक

आतां जर तो गोळा एका बाजूस ओढून तेथून सो-
 डून दिला, तर तो लागलेच गुरुत्वाकर्षणाच्या योगा-
 ने जमिनीवर पडावयास पहातो, परंतु त्याला जी
 तार अडकविलेली असते ती व्यास पूर्वस्थलावर ह्य-
 णजे स्थिरतेच्या बिंदूवर नेते. परंतु तो त्या ठिकाणी
 स्थिर होत नाही; कारण तो खाली येतेवेळी त्याच्या
 अंगी जो वेग आलेला असतो त्याच्या योगाने तो,
 स्थिर बिंदूच्या दुसऱ्या बाजूस, प्रथमतः जितका
 वर ओढलेला असतो, तितकाच जातो. मग आपो-
 आप पुनः खाली पडून प्रथम जेथून सोडून दिला
 होता त्या स्थलाच्या जवळ येतो, पुनः तेथून खाली
 येऊन आणखी इकडच्या बाजूस चढतो. ह्याप्रमाणे
 त्याची वरखाल झोंके खाण्याची शक्ति संपे तोंपर्यंत
 त्याचा व्यापार चालत असतो, आणि ती शक्ति अ-
 गदी संपली ह्यणजे मग आपल्या स्थिरतेच्या बिंदूवर
 निश्चल होतो.

आंदोलक झोंके खाऊं लागला असतां त्यावर
 कौणव्याही बाह्यप्रेरणेचा व्यापार न चालू झाला, तर
 तो ज्या धनुव्याकार मार्गांत झोंके खात असतो ती
 मार्ग हळू हळू लहान पडूं लागतो. असें होण्याची



दोन कारणें आहेत; एक हवेचा प्रतिबंध, आणि दुसरे तो ज्या बिंदूवर टांगलेला असतो त्या बिंदूचे घर्षण, ह्या दोहों कारणानीं आंदोलक केव्हांनाही केव्हां तरी स्थिरावतो. ह्मणून हे स्पष्ट आहे कीं, हीं कारणें व्यापारशून्य करण्याजोगी एकादी प्रेरणा घडल्यावांचून तो आंदोलक सर्वकाळ झोंके खात राहणार नाही. आंदोलक एका बाजूस नेऊन सोडून दिला असता, तो धनुष्याकार मार्गात झोंके खातो असें वर लिहिलें, परंतु जें धनुष्य पडतें तें झोंक्याच्या अनुरोधानें पडतें. ह्मणजे खूप एकीकडे सारून जर आंदोलक सोडून दिला, तर धनुष्य मोडें पडतें; आणि जवळून सोडून दिला, तर धनुष्य लहान पडतें. आतां हे धनुष्य झटलें ह्मणजे वर्तुळाचा कांहीं तरी भाग आहे, आणि वर्तुळाचे ३६० अंश कल्पिले आहेत, ह्मणून आंदोलक ५, १०, २०, किंवा अर्ध वर्तुळाचे ह्मणजे १८० अंशाचे आंत पाहिजे तितके अंशपर्यंत झोंके खाईसैं करतां येईल. परंतु हे झोंके खाणें प्रायः १० अंशांपासून २० अंशांपर्यंत असतें.

जर आंदोलकाचा गोळा ४ अथवा ५ अंशांच्या आंत फिरत असला तर त्याच्या अर्गा एक चमत्कारक धर्म असतो, तो हा कीं १, २, ३, ४, अथवा ५, ह्याचैकीं कितीही अंश त्या गोळ्याचे क्रमण झालें, तरी तो आपल्या स्थिरतेच्या बिंदूवर समान

नीं अशी गोष्ट घडेल किंवा नाही असा संशय उत्प-
 न्न होतो, परंतु विचार करून पाहिलें ह्मणजे ती
 खरी आहे असें प्रत्ययास येतें. ह्या गोष्टीचें कारण
 असें आहे कीं, आंदोलक जितका जितका अधिक
 चालतो तितका तितका त्याचा वेग अधिक होतो, आ-
 णि जितकाजितका कमी चालतो तितकातितका वेग
 कमी होतो. परंतु इतकें मात्र लक्षांत ठेविलें पाहिजे
 कीं ह्या ठिकाणीं आंदोलकाची समान काळांत फि-
 रण्याविषयीची जी तुलना केली आहे ती समान
 लांबीच्या तारेचे आंदोलक घेऊन केली आहे, अ-
 धिकउण्या लांबीचे घेऊन केली नाही.

ज्या आंदोलकाची तार लांब तो, आंखूड ता-
 रेच्या आंदोलकापेक्षां हळूहळू हेलकावे खातो; परंतु
 असे हेलकावे खाण्यास जो उशीर लागतो तो केवळ
 तारेच्या लांबीशीं बराबर प्रमाण ठेवीत नाही. आं-
 दोलकाचे झोंके आणि पदार्थांचें पतन हीं दोन्ही ए-
 काजातीचीं आहेत. पदार्थ खालीं येत असतां १,
 २, ३, ४, सेकंदांत ते ज्या जागा क्रमितात त्या अ-
 नुक्रमें १, २, ३, ४, ह्यांशीं प्रमाण ठेवीत नाहीत,
 पण १, ४, ९, १६, ह्यांशीं ह्मणजे खालीं येण्यास जो



काल लागतो त्याच्या वर्गाशी प्रमाण ठेवितात. आंदोलकांविषयी असे समजले आहे की त्यांच्या लांबी हेलकाव्यांच्या काळांच्या वर्गाशी प्रमाणात असतात. उदाहरण - दोहों आंदोलकांचा एकएक हेलकावा होण्यास अनुक्रमेण जर १ आणि २ सेकंद लागले तर त्यांची लांबी १ आणि ४ ह्या प्रमाणांत होईल. असेच जर कितीएक आंदोलकांस एक एक हेलकावा घेण्यास १, २, ३, ४, असे सेकंद लागले तर त्यांच्या लांब्या १, ४, ९, १६, ह्या प्रमाणांत होतील.

आंदोलकांस जे हेलकावे बसतात ते आकर्षणशक्तीच्यायोगाने बसतात असे वर सांगितले, ह्मणून ही गोष्ट उघड आहे की आकर्षणशक्तीचा जोर जसजसा कमी होत जाईल तसतसा हेलकाव्यांचा झोंक ही कमी होत जाईल. हा व्यापार पृथ्वीवर पुष्कळ ठिकाणी दृष्टोत्पत्तीस येतो. मागे असे सांगितले आहे की पृथ्वीची आकृति मोलरूप आहे, परंतु ध्रुवांकडच्या अंगांस जरा चपटी आहे; ह्याकरितां दक्षिणोत्तर व्यासपेक्षा तिचा पूर्वापर व्यास २६ मैलांनी अधिक आहे, ह्मणजे पृथ्वीच्या मध्यापासून ध्रुवापर्यंतचे अंतरापेक्षा विषुववृत्तापर्यंतचे अंतर १३ मैलांनी अधिक आहे, आणि गुरुत्वाकर्षण भूमध्यापासून चालू होत, ह्मणून विषुववृत्तावरील प्रदेशावर ह्या आकर्षणाचा जोर जितका असतो त्यापेक्षा ध्रुवा-

(१६७)

जवळील प्रदेशावर अधिक असतो. ध्रुवापासून विषुववृत्तापर्यंत प्रत्येक ठिकाणी आकर्षणाचा जोर प्रमाणात कमी होत असतो. विषुववृत्तावरील प्रदेश ध्रुवापेक्षा पृथ्वीमध्यापासून दूर असल्यामुळे होणारा जो हा परिणाम त्याखेरीज, विषुववृत्ताकडे ध्रुवोत्सार प्रेरणेची अतिप्रबलता असल्यामुळे विषुववृत्तस्थ प्रदेशांत आकर्षणशक्तीचा जोर अधिककमी होतो.

अशा कारणांमुळे एका नियमित लांबीचा आंदोलक ध्रुवाजवळ जितका चालतो तितका विषुववृत्तावरील प्रदेशावर चालत नाही. विषुववृत्तापासून जसजसे ध्रुवाकडे जाऊ लागते तसतसा तो आंदोलक जलद चालू लागतो. हाकरिता पृथ्वीच्या सर्व प्रदेशांवर आंदोलकांनी समान वेगाने चालावे असे करावयाचे असल्यास विषुववृत्त आणि ध्रुव ह्यांच्या मधील अंतराच्या अनुरोधाने त्यांची लांबी न्यूनाधिक केली पाहिजे. ह्यामुळे प्रत्येक अक्षांशावर आंदोलकाची लांबी वेगळीवेगळी धरावी लागते.

आंदोलकाच्या नियमित आंदोलनापासून मीठ्या घड्याळांत त्याचा फार उपयोग पडतो. मीठ्या घड्याळांत जी चक्रे असतात त्यांशी आंदोलकाचा संबंध करून देऊन वजन अथवा कमानी ह्यांच्या योगाने तो हलता केला, ह्याणजे घड्याळाच्या तोंडावर जी

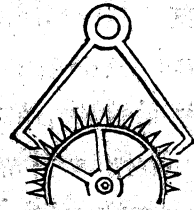
(१६८)

तबकडी बसविलेली असते तिजवरील अवरकांटा आणि मिनिटकांटा हे चालू लागतात, आणि ते चालू लागले ह्मणजे त्यांवरून अमुक दिवस आला व अमुक रात्र झाली असे समजते. घड्याळांतील चक्रांस आंदोलक लावला नाहीं, तर तीं चक्रे फार अनियमित फिरू लागतात. एका मिनिटांत आंदोलकाचे ६० हेलकावे होत, ह्मणजे एका सेकंदांत एक हेलकावा होई, इतक्या बेताची त्याची लांबी ठेवितात, आणि त्याचा ज्या चक्राशी संबंध केलेला असतो त्याच चक्राचा एकएक दांता दर हेलकाव्यास उलटतो, आणि तो तसा उलटू लागला ह्मणजे त्याच्या योगानें सर्व चक्रे फिरू लागून घड्याळ चालू लागते.

लंडन शहराच्या अक्षा-

आकृति २५

भ्रामर्ष्ये आंदोलकाचे एका मिनिटांत ६० च हेलकावे व्हावेत, अधिकउणे होऊं नयेत, ह्मणून आंदोलकाची लांबी दांगलेल्या बिंदूपासून



स्थिरतेच्या बिंदूपर्यंत ३९ इंच आणि एका इंचाचा सातवा भाग इतकी ठेवावी लागते, आणि एडिनबरो शहरांत ह्या पेक्षा थोडकित् अधिक लांबी ठेवावी लागते. लांबीभ्रामर्ष्ये एका इंचाच्या १००० व्या भागा एवढी जर तफावत पडली, तर घड्याळांत एका-

(१६९)

दिवसांत एका सेकंदाची चूक पडते, ह्याकरितां आंदोलकाची लांबी फार विचारानें राखावी लागते. आंदोलकानें दर दिवसास एक सेकंद हळू चालावें असें करावयाचें असल्यास त्याची लांबी इंचाच्या $\frac{2}{1000}$ भागाइतकी वाढविली पाहिजे, आणि दर दिवसास एक सेकंद जलद चालावें असें करावयाचें असल्यास तितक्याच मानानें त्याची लांबी कमी केली पाहिजे. भिन्न भिन्न स्थलीं सेकंदाचें मान एकच राहाण्याकरितां, आंदोलकाचे लांबींत किती किती फेर करावा लागतो ह्याचा सुमार पुढील कोष्टकावरून करतां येईल.

स्थलाचें नांव.	अक्षांश.	आंदोलकाची लांबी
स्फिट्जबर्गेन.	७९ ४९ ५८ उत्तर	३९.२१४६ इंच
एडिंबरो. ---	५५ ५८ ४० ---	३९.१५५४ ---
लंडन. ---	५१ ३१ ४८ ---	३९.१३९० ---
जमेका. ---	१० ५६ ४० ---	३९.०३५० ---
सिरालिओन	०८ २९ २८ ---	३९.०१९५ ---

लांब आंदोलकांनीं जें काम करावयाचें तें आखड आंदोलकांनींही करितां येतें, आणि ही गोष्ट जेव्हां लांब आंदोलक लावतां येत नाहींत किंवा सुरेख दिसत नाहींत तेव्हां करितात. आंदोलकांची लांबी साधारण लांबीच्या चतुर्थांशाइतकी ठेविली झणजे एक सेकंदांत एका हेलकाव्याच्या जागीं दोन हेलकावे

होतात, आणि हा हेलकाव्यांच्या अनुरोधाने चक्रा-
ची रचना केली असता इष्टकार्य सिद्ध होते.

आंदोलकांच्या तारा धातूच्या असतात, ह्यणून
त्या उन्हाळ्याच्या उष्णतेने लांब होतात, आणि थं-
डीच्या शीततेने आंखूड होतात; ह्यामुळे त्यांच्या गती
मध्ये समानता राहात नाही, असा शीतोष्णापासून
जो फेर पडतो तो दूर करण्याकरिता बहुतेक युक्ति
योजिल्या आहेत; आणि त्यांच्या साहाय्याने आं-
दोलक बनाविले आहेत. अशा प्रकारे बनाविलेल्या
आंदोलकांच्या तारांची अशी चमत्कारिक रचना क-
रितात की, त्यांतील एक तार ज्या वेळेस खालच्या
भागाकडे वाढू लागते त्याच वेळेस दुसरी तार वर-
च्या भागाकडे वाढू लागते, आणि एकंदरीने पाहतां
उष्णतेपासून जो फेरफार व्हावयाचा तो नाहीसा
होतो.

प्रत्येक आंदोलक हेलकावे वाजं लागला ह्यणजे
त्यांत जो एक बिंदु असतो त्यास आंदोलनबिंदु असें
ह्यणतात. हा आंदोलन बिंदु स्थितिपरत्वे कधी तारेंत
असतो कधी त्या गोळ्यांत असतो, आणि कधी आंदोल-
काच्या खालच्या बाजूसही असतो. ह्याचा पूर्ण बोध हो-
ण्याकरिता, आपणास असें मनांत आणलें पाहिजे की,
हलक्या आंदोलकांतील प्रत्येक प्रकृत्यंशास वेगळे वे-
गळे झोके घेण्याची जर शक्ति असती, तर आंसा ज

योगानें अगदीं घट्ट मिळून गेलेले असल्यामुळें जरी
 असत नाहीं, तरी न्यांचा तो कल नाहींसा होत ना-
 हीं. दूरचे प्रकृत्यंश जवळच्या प्रकृत्यंशांस अडथ-
 ला करितात, आणि जवळचे दूरच्यांस पुढेंपुढें लोटी-
 त असतात. अशा प्रकारें आंदोलकाच्या प्रकृत्यंशां-
 तील व्यापारांची परस्पर अदलाबदल होत असत्ये,
 परंतु आंदोलकांत असा एक बिंदु किंवा स्थल अस-
 तें कीं न्यांत ही परस्पर अदलाबदल इतकी बराबर
 होऊन जाते कीं, प्रकृत्यंशांचे व्यापार अगदीं नाहींत-
 से होतात, आणि न्या बिंदूतील प्रकृत्यंश जणोकाय
 दुसऱ्या प्रकृत्यंशांशीं संलग्नच नाहीं अशाबेतानें झोंके
 खात असतो. असा जो बिंदु तोच आंदोलनाचा बिंदु
 होय.

हा बिंदु आंदोलकामध्ये पुढील रीतीनें शोधून
 काढितात. एक साधारण आंदोलक घेऊन तो हेल्-
 कावे खात ठेवतात. मग शिशाची एक लहान गो-
 ळी घेऊन ती, पहिला आंदोलक ज्या बिंदूवर अड-
 कविलेला असतो, न्या बिंदूवरूनच एका सुतास बा-
 धून लोंबती करतात. ही गोळी आणि सूत मिळून साधा
 आंदोलक सिद्ध होतो. साधा आंदोलक ह्याप्रकारेणें का-



रण हेंच कीं ह्यांत सुताचें वजन इतकें थोडें असतें कीं तें नाहीं झटलें तरी चालतें आणि ती गोळी अन्यल्प प्रतिबंधानें झोंके खात राहाते ह्याकारणामुळें प्रयोग करून दाखविण्यास असला आंदोलक फार उपयोगी पडतो. ह्या साध्या आंदोलकास पहिल्या आंदोलकाच्या पुढल्या बाजूस झोंके खात लावतात, आणि न्याची लांबी अधिकउणी करून पहिल्या आंदोलकाइतका वेग ह्याच्या अंगी येई असें करतात. दोन्ही आंदोलकांचे झोंके खाण्याचे वेग सारखे झाले झणजे दोन्ही स्थिर करतात, झणजे पहिल्या आंदोलकावर ज्या ठिकाणी ती शिशाची गोळी लागते तें ठिकाण आंदोलनविंदूचें होतें.

साधारण आंदोलकांत झणजे मोठ्या घडयाळांत जे आंदोलक असतात त्यांत आंदोलनविंदूचा काहीं उपयोग पडत नाहीं खरा, परंतु त्या विंदूवरून शिल्पशास्त्रातील चमत्कारिक एक नियम समजतो, झणून तो विंदू शोधून काढण्याचा प्रकार वर सांगितला आहे. तो नियम पुढील आकृतीवरून सहज लक्षांत येईल. लाकडाचा किंवा धातूचा सरल व एकसारखा जाड असा एक तुकडा घेऊन तो आंदोलकाच्या ऐवजीं दगला, तर पूर्वोक्त प्रकारानें न्याच्या आंदोलनाचा विंदू न्या तुकड्यांत कोठें आहे हें आपणास कळेल. पण हा आंदोलक काढून घेऊन उलटला,

हणजे वरचेआंग खाली केलें, आणि खालचे आंग वर केलें आणि त्याच्या आंदोलनाच्या बिंदूपासून तो पुनः टांगला, तर असें दिसून येईल कीं तो हलविला असतां त्याचे हेलकावे खाणें साध्या आंदोलकाच्या हेलकावे खाण्याबरोबर आहे. ह्याप्रकारें हेलकाव्यांत थोडासा देखाील भेद न करितां आंदोलनाचा बिंदु टांगण्याचा बिंदु करितां येतो. आणि टांगण्याचा बिंदु आंदोलनाचा बिंदु करितां येतो. अशी गोष्ट घडणें हें सकळदर्शनीं विलक्षण दिसतें, परंतु विचारातीं असें कळून येईल कीं तो आंदोलक उलटल्यानें, त्याचा कांहींतरी भाग आंसाच्या वरती राहातोच; हणून आंदोलकाची लांबी कमी केल्यानें त्याचे आंगीं येणारा जो वेग तो आंसाच्या वरती राहिलेल्या भागाच्या योगें नाहींसा होतो आणि अर्थात् तच त्याचे हेलकावे खाणें जसेंच तसेंच राहतें.

ध्रुवोत्सार प्रेरणा आणि

वर्तुल गति.

पदार्थ मध्याभोंवतीं फिरत असतां त्याच्या आंगीं सरळ रेषेनें पुढें जाण्याचा झोंक असतो, असा

झोंक ज्या प्रेरणेपासून उत्पन्न होतो त्या प्रेरणेस ध्रुवोत्सारप्रेरणा म्हणतात असें पूर्वीच लिहिलें आहे. जर आपण गोफर्णांत घोंडा घालून ती जोरानें फिरवूं लागलों आणि तींतील घोंडा एकाएकी निघून जाऊं दिला तर तो पहिल्यानें थेट सरळ रेषेनें जातो परंतु न्यावर पृथ्वीचे आकर्षण चालूं होऊन तो खालीं येत येत पृथ्वीवर येऊन पडतो. ह्याचें पाजविण्याच्या सहाणेच्या धारेशीं अतिनिकट संबंध होई अशा वेतानें पाणीं ठेवून ती सहाण जोरानें फिरविली असतां तिजखालाचें पाणीं पहिल्यानें तिजवर चढून उडून जातें आणि ती सहाण अधिकाधिक जोरानें फिरविली असतां तें पाणीं अधिकाधिक जोरानें उडून जातें. वळतांना जात्याच्या वरल्या तळीच्या मधील तींटांत घातलेलें घान्य लागलेंच जात्याच्या तळ्यांच्या कडेस येऊन पिठाच्या रूपानें बाहेर पडतें. एका भांड्यांत थोडेसें पाणीं घालून तें जर एकाच दिशेनें फिरविलें तर त्यांतील पाणीं बाहेर निघून जावयास पाहतें झणून तें भांड्याच्या कडेवर चढतें आणि अर्थातच मध्यें खळगा पडतो. मध्यापासून दूर निघून जाण्याचा जो हा पदार्थाच्या अंगीं कल आहे त्याचा उपयोग मातीचीं भांडीं वगैरे घडण्याच्या कामांत फार पडतो. चांगल्या मऊ मातीचा गोळा कुंभारानें फिरणाऱ्या चाकाच्या मध्यभागीं ठेवला झणजे तो चा-

दानांच्या काचाही तयार करण्याच्या कामात धु-
 वोत्सार प्रेरणेचाच उपयोग करितात. उष्णतेने म-
 ऊ केलेला कांचेचा वायोळा व जाडे असा एक गोळा
 घेऊन एका लोखंडी दांड्याच्या मध्यावर ठेवतात आ-
 णि तो दांडा पहिल्याने एका दिशेने आणि दुसऱ्या-
 ने तिच्या विरुद्ध दिशेने झपाट्याने गोळा थंड होई-
 पर्यंत वायोळा फिरवितात ह्मणजे त्या गोळ्याचा पा-
 तळ व वायोळा असा मोठा तवा बनतो, मग तो कां-
 पून न्यार्चाच चौरस तावदाने पाडतात.—

घोडेस्वार घोड्यांवर उभे राहून त्यांस जेव्हां
 भरघाव मंडळावर धरितात, तेव्हां ते नेहेर्मा आपले
 शरीर आंतल्या बाजूकडेस कलते ठेवतात. धुवो-
 त्सार प्रेरणेच्या योगाने पुढे उडून जाण्याचा जो कल
 त्यांच्या शरीरांत येतो तो ह्या आंतील कलामुळे ना-
 ही सारखा होऊन ते घोड्यांवर कायम राहतात. घो-
 डा मंडळावर भरघाव चालताना अथवा जलदीने को-
 परा वळताना आपले शरीर स्वभावरीत्याच आंतल्या
 अंगाकडेस कलते ठेवितो. इंग्लंड-वगैरे थंड देशांत लोक
 बर्फावरून चालताना पायांत लोखंडी जोडे घालतात,
 आणि ते गुळगुळीत बर्फावरून मंडळांत फिरत असत

A4



B4



आपले आंग आंतल्या बाजूकडेस इतके कलते ठेवितात की, जर तशा स्थितीत ते उभे राहू पाहतील तर निश्चये एका अंगावर पडतील; परंतु ध्रुवोत्सारप्रेरणेच्या योगाने त्यांच्या शरीरांत मंडला बाहेर जाण्याचा जो कल येतो तो, घोड्यावर उभे राहून मंडलांत फिरणाऱ्या स्वारांस जसा आपले स्थितीत कायम राखतो, तसा ह्यांस कायम राखतो, पडू देत नाही. ह्मणून ते लोक आपल्या इच्छेस येते तशा वाटोळ्या मार्गांनी मोठ्या शान्तीने बिनधोक गमन करतात. ह्या कित्येक उदाहरणांवरून ध्रुवोत्सार प्रेरणेपुढे गुरुत्वाकर्षणशक्तीचे कांहीं चालत नाही असे स्पष्ट दिसून येते. ह्याच प्रमाणे विषुववृत्ताजवळ पृथ्वीच्या फिरण्याचा वेग खूप झपाट्याचा असतो ह्मणून ती विषुववृत्ताकडील घेरांत २६ मैलांनी फुगली आहे.

वरील उदाहरणांवरून ही गोष्ट स्पष्ट समजून येईल की, पदार्थ एका मध्याभोंवती फिरत असता त्याच्या अंगां सरळ रेषेने पुढे जाण्याचा जो कल येतो तीच ध्रुवोत्सारप्रेरणा होय. आतां ज्या प्रेरणेच्या योगाने पदार्थ सरळ रेषेने पुढे न जातां मध्याकडे ओढले जातात त्या प्रेरणेस ध्रुवाकर्षक प्रेरणा असें ह्मणतात. वर्तुळांत फिरणाऱ्या पदार्थावर नेहेमी ह्यादोन प्रेरणांचा व्यापार घडत असतो; ही गोष्ट ३२ व्या पृष्ठावरील चौथी आकृति पाहिली असता चांगली ध्यानांत येईल.

ज्या पदार्थाचे मध्यापासून अंतर आणि वेग ही जशीची तशीच राहून जर त्यांत दुसरी भर घालून तो पहिल्यापेक्षा मोठा केला तर ज्या मानाने मोठा करावा त्याच मानाने ध्रुवोत्सार प्रेरणा वाढते. त्याचा मोठेपणा आणि वेग ही न बदलतां जर मध्यापासून त्याचे अंतर वाढविले तर त्याची ध्रुवोत्सार प्रेरणाही त्याच मानाने वाढत जाते. अंतर आणि मोठेपणा ही न बदलतां जर तो पदार्थ मध्याभोवती एका नियमित वेळांत पहिल्याने ज्या प्रदक्षणा करीत होता त्याच्या दुप्पट करूं लागला तर त्याची ध्रुवोत्सार प्रेरणा चौपट वाढेल, तिप्पट प्रदक्षणा करूं लागला तर ध्रुवोत्सार प्रेरणा नऊ पट वाढेल. आणि चौपट प्रदक्षणा करूं लागला तर ध्रुवोत्सार प्रेरणा सोळापट वाढेल, आणि ह्या प्रमाणेच पुढेही वाढत जाईल. ग्रहांचीं महत्वे आणि सूर्यापासून अतरे हीं भिन्न भिन्न कार्ती भिन्न भिन्न असतात, ह्यामुळे त्यांवर ज्या प्रेरणांचा व्यापार घडतो त्याही तशाच भिन्न भिन्न असतात.

पदार्थ आपले भोवती फिरत असतां त्याचे फि-

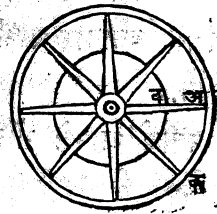


(१७८)

रणें ज्या रेषेभोंवतीं होतें त्या रेषेस आंस असें ह्मणतात. हा आंस पृथ्वीच्या आंसाप्रमाणें कल्पित असतो अथवा चाकाच्या आंसाप्रमाणें खरा असतो. उखळीत बसविलेल्या कुसांवर फिरणाऱ्या दाराच्या फळीचा आंस त्या कुसांतून जाणाऱ्या रेषेत असतो; आणि फिरत्या चाकाचा आंस त्याच्या मध्यांतून जाणाऱ्या वाटोळ्या दांड्यांत असतो. आतां ही गोष्ट उघड आहे कीं पदार्थ आपणाभोंवतीं कसाही फिरत असला तरी त्यांतील प्रत्येक बिंदु एक एक वर्तुळ करितो, आणि त्या वर्तुळाचा मध्यबिंदु फिरणाऱ्या पदार्थाच्या आंसांतील एका बिंदूंत असतो.

चाक आंसावर फिरत असतां त्याचा जो भाग मध्य बिंदूपासून फारच दूर असतो त्याच्या अंगीं वेग फारच मोठा असतो, आणि ह्या भागां ध्रुवोत्सार प्रेरणाही फारच मोठी असते; पुढील आकृतीत मध्यांतून दांडे बसविलेले असें एक चाक आहे. यांत दांड्याच्या अशेवटाकडे जो वेग घेतो तो मध्यापासून अर्च्या अंतरावरील व स्थलींच्या वेगापेक्षा अधिक असतो. परंतु आकृति २६

व स्थलास लहान वर्तुळ फिरावें लागतें ह्मणून मध्याभोंवतीं अर्च्या जितक्या प्रदक्षिणा होतात तितक्याच वच्चाहोतात.



स्तार प्रेरणा मध्ये जवळ सामान्य मनीचा असत तो प-
 रिघाजवळ पराकाष्ठेची मोठी होते, गतीची शक्ति वाढ-
 वून जर त्या पदार्थाचा वेग अधिक केला तर ध्रुवोत्सा-
 र प्रेरणा इतकी वाढते की कितीएक स्थली तिच्या यो-
 गाने पदार्थाच्या परमाणूतील स्नेहाकर्षण नष्ट होऊन
 तो पदार्थ फुटतो आणि त्याचे तुकडे तुकडे होऊन
 उडून जात. ह्याचें पाजविण्याच्या मोठमोठ्या
 साहाणा फार जलदीने फिरविल्या असता त्या फुटून
 जाऊन त्याचे तुकडे चोर्हीकडे उडून जाऊन फिरवि-
 ण्याच्या माणसांवर कदाचित् कपाळमोक्षही होण्याचा
 प्रसंग गुदरतो.

जलदीने आपल्या सभोवती फिरणाऱ्या पदार्थात
 ध्रुवोत्सार प्रेरणा इतकी वाढवितां येते की तिच्या यो-
 गाने त्या समयी त्या पदार्थावर गुरुत्वाकर्षणाचा
 व्यापार चालत नाही. गोफर्मात धोंडा घालून ती
 फिरविली असता धोंडा तीतून निघून खाली पडत
 नाही. याविषयीचें पुढील उदाहरण चांगलें ठसण्या-
 सारिखें आहे. थोड्या फुटांच्या व्यासाच्या चाका-
 च्या कडेवर आंतल्या आंगास पाण्याने भरलेली
 एक सुरई ठेऊन तें चाक हळूहळू फिरवूं लागून



मग खूप सपाट्यानें फिरसें केलें तर असें दिसून ये-
ईल कीं ती सुरई सभोंवार फिरत राहून आपली
स्थिति सोडीत नाहीं आणि आंतील पाणीही उसळून
खालीं पडत नाहीं. अशाप्रकारें ध्रुवोत्सारप्रेरणा गुरु-
त्वाकर्षणाचें ह्मणजे खालीं पडण्याचा जो कल त्याचें
कांहीं चालूं देत नाहीं; परंतु चलनमध्याजवळ
ध्रुवोत्सारप्रेरणा कमी असते ह्मणून जर सुरई त्या म-
ध्याजवळच्या जागीं ठेऊन चाक फिरविलें, तर
ती लागलीच जमीनीवर पडेल.

आपले भोंवतीं फिरणाऱ्या पदार्थांचा आंस
जेव्हां कल्पित असतो तेव्हां तो पृथ्वीच्या आंसाप्र-
माणें कधीं कधीं स्वतांच फिरत असतो. आपणाभोंव-
तींच्या चलनाच्या बहुत्येक उदाहरणांत आंस अच-
ल असतो. आणि चलन नेहेमी एकाच दिशेनें घडत
असतें. लहान व मोठीं घड्याळें आणि दुसरीं यंत्रें
ह्यांतील चक्रांत वर लिहिल्याप्रमाणेंच चलन घडतें, प-
रंतु आंदोलकाचे झोंके, धाकटे घड्याळांतील समता
राखण्याचें चक्र, ज्यास इंजर्जांत बालेन्सहुईल ह्मणता-
त, आणि वाफेच्या यंत्रांतील फिरते दांडे किंवा तुळया
चौरे कांहीं उदाहरणांत चलन आळीपाळीनें होतें,
ह्मणजे चलन कांहीवेळ एका दिशेनें होतें मग
तितकाच वेळ तद्विरुद्ध दिशेनें होतें, आणि तें पु-
नः पाहिल्या दिशेनें होतें मग तद्विरुद्ध दिशेनें. हा

ध्याच्या दिशेंत जर एकाद्या प्रेरणेचा व्यापार क्षणोक्ष-
 णीं घडला तर तो पदार्थ प्रेरणेच्या दिशेंत समानगती-
 ने जाऊं लागतो. अशा रीतीनें जाणाऱ्या पदार्थांचे
 आंगीं आपल्या भोंवतीं फिरण्याची गति नसते, एका
 स्थलाहून दुसऱ्या स्थलीं जाण्याचीमात्र गति असते.
 अशा गतीस स्थलांतरगति ह्मणतात. परंतु पदार्थास
 गति देणारी प्रेरणा त्याच्या गुरुत्व मध्याच्या दिशेंत
 घडली नाही तर त्याच्या आंगीं स्थलांतर गति ये-
 ऊन ही आपल्या गुरुत्वमध्याभोंवतीं प्रदक्षिणा क-
 रण्याची गति घेते. ह्या उदाहरणांत त्या दोहों गती-
 पैकीं प्रत्येक गति दुसरी गति नसतां ज्या प्रकारची
 झाली असती त्याचप्रकारची असते, कमजास्त असत
 नाहीं; ह्मणजे प्रेरणा गुरुत्वमध्याच्या दिशेंत घडून ज-
 शी स्थलांतरगति त्यापदार्थास प्राप्त झाली असती त-
 शीच आतां प्राप्त होते, आणि त्याच प्रेरणेनें पदार्थाचा
 आंस गुरुत्वमध्यास खिळला असतां त्यासभोंवतीं प्र-
 दक्षिणा करण्याची जशी गति त्यापदार्थास प्राप्त झाली
 असती तशीच आतां प्राप्त होते.

फिरत्या पदार्थाच्या आंसापासून कांहीं अं-
 तरावर असा एक बिंदु असतो कीं त्या बिंदूंत प-



दार्थांचे सर्व प्रकृत्यंश एकवट केले तर त्यांपासून प्र-
दक्षिणाकारगतीस सर्व पदार्थांपासून जितका प्रतिबंध
होतो तितकाच प्रतिबंध होतो; परंतु दोन्ही उदा-
हरणांत आंसापासून प्रेरणेचें अंतर आणि तिचें मान
हीं एकसारखीं आहेत, असें मात्र मानिलें पाहिजे. ह्या-
बिंदूस, प्रदक्षिणेचा मध्य असें ह्मणतात, आणि आं-
सापासून ह्याचें जें अंतर त्यास प्रदक्षिणेची त्रिज्या
असें ह्मणतात. झोंके खाणाऱ्या पदार्थांतलें आंदो-
लन बिंदु आणि प्रदक्षिणेचा मध्यबिंदु हे दोन्ही स-
जातीय आहेत. पदार्थांच्या वजनाच्या संख्येनें प्र-
दक्षिणेच्या त्रिज्येच्या वर्गास गुणिलें तर त्या गुणाका-
रास जडत्वाचें चालकत्व असें ह्मणतात. उदाहर-
णार्थ चाकाचें वजन १० पौंड आणि त्याच्या प्रदक्षि-
णेची त्रिज्या २ फूट धरली, तर २ चा वर्ग ४ आणि
१० ह्यांचा गुणाकार ४० हा जडत्वाचें चालकत्व
होय.

जर पदार्थांचे अवयव प्रदक्षिणेच्या आंसास-
भोंवतीं समविभाग असले, ह्मणजे पदार्थांचे सारखे वि-
भाग आंसापासून सारख्या अंतरावर आणि बराबर
विरुद्ध दिशांत असले, तर झुवोन्सारप्रेरणांचे परस्पर
व्यापार समतोल होऊन आंसावर मुळींच दाब पडणा-
र नाही, आणि पदार्थ त्या आंसाभोंवतीं सतत फिरत
राहिले. जसे, एकसारख्या जाडीचा गोल आपल्या

फिरता राहिल. जर आपल्या आंसाभोंवतीं निरंतर पदार्थ एकसारख्या जाडीचा नसला, ह्मणजे आपल्या कल्पित आंसावर समतोल नसला तर, त्याची गति वेडी वांकडी होऊन घर्षणाच्या योगानें तो जितका लवकर स्थिर होईल तितका तो एकसारख्या जाडीचा असतां होणार नाही.

४ या भागांत लिहिलेल्या सर्व विषयांचा गोषवारा.

एका स्थानापासून दुसऱ्या स्थानाकडे जाणें ह्मणजे स्थिरता विरुद्ध जो व्यापारव्यास चलन असें ह्मणतात. निर्जीव पदार्थांच्या अंगी चलन उत्पन्न होण्यास कारण प्रेरणा होय. प्रेरणेच्या योगानें स्थिर पदार्थांस चलित करितां येतें, चलित पदार्थांस स्थिर करितां येतें आणि पदार्थांच्या चलनांत हवा तसा फेरफार करितां येतो. दोन अथवा दोहोंपेक्षां अधिक पदार्थ ज्या वेळेस एकमेकांस लागून अथवा एकमेकांसह-वर्तमान फिरत असतात अथवा लागलेले नसून एकाच रीतीनें व एकाच वेगानें फिरत असतात त्या वे-



ळची जी न्यांची गति तीस साधारणगति असें
 झणतात. जेव्हां पदार्थ अंतराला मध्ये एका प्र-
 देशापासून दुसऱ्या प्रदेशाकडे जातो तेव्हांची जी
 न्याची गति तीस स्वतंत्र गति असें झणतात. दोन
 पदार्थ चालू असतां न्यांतील एका पदार्थाच्या गतीच्या
 संबंधानें जी दुसऱ्या पदार्थाची गति तीस ससंबंधिक
 गति असें झणतात. एकाद्या पदार्थास प्रेरणा दिली
 असतां तिचें कार्य कांहीं प्रतिबंधामुळें अथवा दुस-
 ऱ्या प्रेरणेच्या विरुद्ध व्यापारामुळें कुंठित होऊन ति-
 नपासून जेव्हां चलन उत्पन्न होईनासें होतें, तेव्हां
 त्या प्रेरणेस दाब असें झणतात. आणि अशा प्रका-
 रें परस्परांचीं कार्ये कुंठित करणाऱ्या प्रेरणांस सम-
 तोल अथवा पदार्थास समतोलनांत राखणाऱ्या प्रे-
 रणा असें झणतात. प्रेरणा दोन प्रकारची. सकृत्
 प्रेरणा आणि सतत प्रेरणा. जी सतत प्रेरणा समान
 मानानें घडत असते तीस समसतत प्रेरणा असें
 झणतात; आणि जी विषम मानानें घडत असते तीस
 विषम सतत प्रेरणा असें झणतात. पदार्थाच्या ग-
 तीचें जें मान त्यास त्या पदार्थाचा वेग असें झणता-
 त. ज्या गतीचें मान एकसारखें असतें त्या गतीस
 समगति असें झणतात. ज्या गतीचें मान उत्तरोत्तर
 वाढत जातें त्या गतीस वर्धमानगति असें झणतात.
 ज्या गतीचें मान उत्तरोत्तर कमी होत जातें त्या गतीस

क्षीयमाण गति असें ह्मणतात. ज्या प्रेरणेपासून वर्ध-
मान अथवा क्षीयमाण गति उत्पन्न होत्ये त्या प्रेरणेसही
अनुक्रमें वर्धमान आणि क्षीयमाण प्रेरणा असें
ह्मणतात. पदार्थ चालू झाल्यावर जो त्याच्या अं-
र्गा जोर येतो त्यास चालकत्व असें ह्मणतात. चा-
लकत्व पदार्थातील प्रकृत्यंश आणि त्याचा वेग यां-
च्या प्रमाणांत असतें.

सर ऐझाकन्यूटन यानें ठरविलेले चलनाचे निय-
म— नि० पहिला. पदार्थास प्रेरणे वांचून आपल्या अ-
वस्थेमध्ये पालट करितां येत नाहीं. ह्मणजे जर तो स्थि-
र असला तर प्रेरणेवांचून त्यास चलित होतां येत ना-
हीं आणि चलित असला तर त्यास सरळ रेषेंत समान
गतीनें एकसारखें चालावें लागतें. नि० दुसरा. चलन वि-
शिष्ट पदार्थावर एकाही प्रेरणा घडली असतां जो त्या-
च्या चलनांत फेर पडतो तो त्या प्रेरणेच्या प्रमाणांत
असतो, आणि ती प्रेरणा ज्या दिशेकडे घडत्ये त्याच
दिशेकडे तो फेर पडतो. नि० तिसरा. आघात आणि प्र-
भ्याघात हे नेहेमीं समान असतात आणि त्यांचा
व्यापार परस्पर विरुद्ध दिशांत घडतो; अथवा एक
पदार्थ दुसऱ्या पदार्थावर जितक्या जोरानें आपटतो
तितक्याच जोराचा दुसऱ्या पदार्थाचा धक्का पहिल्या
पदार्थावर उलट बसतो; आणि, पहिल्याचा धक्का दु-

सन्धावर ज्या दिशेकडून बसतो त्या दिशेच्या उलट दिशेकडून दुसऱ्याचा धक्का पहिल्यावर बसतो.

दोन किंवा अधिक प्रेरणा एक्या पदार्थावर भिन्न दिशांत घडून जें कार्य उत्पन्न होतें तें एक्या ही प्रेरणेकरून उत्पन्न होतें; अशा प्रेरणेस फलितप्रेरणा म्हणतात. फलितप्रेरणा शोधून काढण्याचें जें कृत्य त्यास प्रेरणांचें एक्रीकरण असें म्हणतात. पदार्थावर एकच प्रेरणा घडली असतां जें कार्य उत्पन्न होतें तेंच कार्य ज्या अनेक प्रेरणांच्या योगानें फलित होतें त्या प्रेरणा शोधून काढण्याचें जें कृत्य त्यास प्रेरणांचें पृथक्करण असें म्हणतात. आघात आणि प्रत्याघात हे नेहेर्मी समान असतात आणि ह्यांचा व्यापार परस्पर विरुद्ध दिशांत घडतो म्हणून जे स्थितिस्थापक नाहींत असे दोन एकसारखे पदार्थ सारख्या वेगानें समोरासमोरून येऊन जर एकमेकांवर आपटले तर प्रत्येकाची पुढें जाण्याची गति बंद पडून ते दोघेही स्थिर होतात. परंतु स्थितिस्थापक पदार्थांमध्ये प्रत्याघाताचा व्यापार एकदम चालू होऊन एकाची गति दुसऱ्यास लागलीच प्राप्त होत्ये.

एक पदार्थ सरळ रेषेंत जात असतां तो दुसऱ्या पदार्थावर आपटून आपली गमनाची दिशा बदलून जाऊ लागला असतां जी त्याची गति तीस परावर्तनगति असें म्हणतात. पदार्थ दुसऱ्या पदार्था-

आणि हे दोन्ही कोन नेहेमी बरोबर असतात.

आकर्षणशक्तीच्या योगानें पदार्थ भूमावर पडतात अथवा तिकडे ओढले जातात आणि यामुळेंच त्यांच्या अंगां गुरुत्व अथवा भार उत्पन्न होतो. वातावरणाचा प्रतिबंध हिशेबांत न धरून पाहिलें असतां पदार्थ पतन पावतेवेळेस तो जसजसा पृथ्वीकडे येऊं लागतो तसतसा त्याचा वेग वाढूं लागतो. आणि ही वाढ गणित प्रमाणानें वाढत जात्ये. दुसरी अशी गोष्ट आहे कीं, पदार्थ लहान किंवा मोठे असोत अथवा हलके किंवा जड असोत ते सर्व एका उंच जाग्यावरून सोडून दिले असतां ते मधील हवेचा प्रतिबंध दूर केल्यास सारख्याच वेगानें समानकालीं खालीं पडतात. प्रेरकशक्तीनें पदार्थ फेंकले असतां त्यांस प्रक्षिप्तपदार्थ असें ह्मणतात. आणि यांवर प्रेरकशक्ति आणि आकर्षणशक्ति या दोहोंचा व्यापार चालूं होतो यामुळें ह्यांच्या अंगां वक्रगति उत्पन्न होत्ये आणि ही वक्रता प्रेरकशक्तीशीं प्रमाणांत असत्ये.

प्रत्येक घट्ट पदार्थांत गुरुत्वमध्य असतो, आणि त्या मध्यावर तो पदार्थ कसाही धरला असतां सा-



(१८८)

रख्या तोलावर राहतो. जे चांगले सुघटित व समान दाढ्यांचे पदार्थ आहेत त्यांचा गुरुत्वमध्य त्यांच्या मध्यांतच असतो, आणि जे पदार्थ वेडे वांकडे असतात त्यांचा गुरुत्वमध्य काढायाचा असल्यास ते ज्या भागावर धरले असतां समतोल राहतात तो भाग शोधून काढावा ह्मणजे तोच त्यांचा गुरुत्वमध्य होय.

पदार्थ एक्या मध्याभोंवतीं फिरत असतां त्यांच्या अंगां सरळ रेषेनें पुढें जाण्याचा जो कळ येतो तीच ध्रुवोत्सार प्रेरणा होय; आणि ज्या प्रेरणेच्या योगानें पदार्थ सरळ रेषेनें पुढें न जातां मध्याकडे ओढले जातात त्या प्रेरणेस ध्रुवाकर्षक प्रेरणा असें ह्मणतात.

